QUADRO XII — Esforços e tensões nas barras

Unidades : quilo, centímetro

Barras	L	ρ	Δx	Δy	U	V	ΔxU	ΔyV	ΔxU + ΔyV	P	σ
AC	200	2,625	0	—200	0,17280	—0,07760	0	15,520	15,520	8.120	812
AD	283	0,463	200	—200	0,17462	0,08472	34,924	— 16,944	17,980	2350	470
BC	283	0,463	—200	—200	0,17280	—0,07760	— 34,560	15,520	— 19,040	—2500	—500
BD	200	2,625	0	—200	0,17462	0,08472	0	— 16,944	— 16,944	—8.900	—890
CD	200	1,318	200	0	0,00182	0,16232	0,364	0	0,364	96	20
CE	200	2,625	0	—200	0,30361	—0,04439	0	8,878	8,878	4650	465
CF	283	0,463	200	—200	0,30807	0,21510	61,614	— 43,020	18,594	2430	486
DE	283	0,463	—200	—200	0,30179	—0,20671	— 60,358	41,342	— 19,016	—2500	—500
DF	200	2,625	0	—200	0,30625	0,05278	0	— 10,556	— 10,556	—5550	—555
EF	200	1,318	200	0	0,00446	0,25949	0,892	0	0,892	235	47
EG	200	2,625	0	—200	0,38594	—0,01412	0	2,824	2,824	1.500	150
EH	283	0,463	200	—200	0,35761	0,27807	71,522	— 55,614	15,908	2080	416
FG	283	0,463	—200	—200	0,38148	—0,27361	— 76,296	54,722	— 21,574	—2830	—565
FH	200	2,625	0	—200	0,35315	0,01858	0	— 3,716	— 3,716	—1950	—195
GH	200	1.318	200	0	—0,002833	0,29219	5,666	0	— 5,666	—1489	— 296

nenhuma é feita ao acaso. Só assim se consegue, em estruturas mais complicadas, levar o problema ao fim e nunca será demais insistir no interesse que há em perder algum tempo inicial na definição desta ideia orientadora; ele será largamente recuperado pela muito maior rapidez com que se conseguem anular as forças residuais.

As considerações que acabámos de fazer permitem compreender e acompanhar a relaxação apresentada. O cálculo é levado até à obtenção das tensões, apresentadas na fig. 11 juntamente com as secções das barras. Os valores das reacções que ali se indicam, são arredondados em relação aos que se calcularam no Quadro XII.

Este exemplo, apresentado sem a preocupação de dimensionamento correcto das barras, poderá servir de guia no cálculo de estruturas idênticas.

Deformações totais:

$U_C = 0{,}09450 + (18) = 0{,}17280$ cm

$U_D = 0{,}09450 + (2) + (18) = 0{,}17462$ cm

$U_E = 2 \times 0{,}09450 + (17) = 0{,}47641$ cm

$U_F = 2 \times 0{,}09450 + (4) + (17) = 0{,}48087$ cm

$U_G = 3 \times 0{,}09450 + (5) + 2 \times (15) + (16) = 0{,}86235$ cm

$U_H = 3 \times 0{,}09450 + (15) + (16) = 0{,}83402$ cm

$-V_C = (7) + (13) + (20) = 0{,}07760$ cm

$-V_D = (8) + (14) + (20) = 0{,}08472$ cm

$-V_E = (9) + 2 \times (13 + (19) = 0{,}12199$ cm

$-V_F = (10) + 2 \times (14) + (19) = 0{,}13750$ cm

$-V_G = 2{,}35\ (13) = 0{,}13611$ cm

$-V_H = 2{,}636 \times (14) = 0{,}15608$ cm

13 — Chegámos ao fim desta primeira parte deste nosso trabalho, que procurámos apresentar tão claro quanto podiamos, a fim de tornar mais conhecido dos engenheiros portugueses o método da relaxação e assim preparar a apresentação da sua aplicação ao cálculo dos sistemas contínuos, em especial dos reticulados planos, na segunda parte deste trabalho.

Antes de terminar, achamos que se devem frizar certos aspectos e características deste método quando aplicado ao cálculo de estruturas articuladas. Assim, convém desde já afirmar que ele não substitui pura e simplesmente o método geral baseado no trabalho elástico de deformação. Este, para sistemas de muitos nós e poucas vezes hiperestáticos é mais vantajoso. Com efeito, já se concluiu que a complicação da relaxação resulta do número de nós com liberdade de movimento e não dos graus de hiperestacidade do sistema. Assim a estrutura indicada na fig. 2,

que é uma vez hiperestática, é mais fácil de calcular pelo método geral tal como é apresentada do que se tivesse o apoio D fixo; o contrário se verifica com o método da relaxação, pois então ter-se-iam apenas quatro incógnitas em vez de cinco.

Os dois métodos completam-se e não se eliminam, embora se reconheça fàcilmente que a relaxação exige menos conhecimentos e tem aspectos muito favoráveis.

Com efeito, a relaxação fornece, além das tensões, os valores das deformações, e sabe-se que o conhecimento destas tem, por vezes, muito interesse; aliás este conhecimento é sempre de desejar, pois que, se as estruturas suportam as cargas à custa das suas deformações, o engenheiro só em face destas saberá se projectou bem a sua estrutura.

Outra característica a realçar e que ainda não foi mencionada em pormenor, consiste em que qualquer solução aproximada pode servir de ponto de partida da relaxação, e até com vantagem, pois então esta será bem mais rápida e tanto mais rápida quanto mais aproximada da realidade for a solução tentada. Por exemplo, suponhamos que através do nosso conhecimento e prática de estruturas semelhantes à do exemplo n.º 2 da alínea anterior, podiamos fixar aceitáveis tensões às suas barras; então seria fácil determinar as componentes dos esforços que estas exercem sobre as sujeições dos nós e portanto as forças residuais correspondentes ao estado de tensão admitido. São estas forças que a seguir se relaxam, adicionando-se as tensões resultantes às atrás fixadas.

Outro aspecto muito interessante é o facto de qualquer erro que se cometa não obrigar à revisão dos cálculos. Com efeito, suponhamos que após uma relaxação, faziamos a verificação respectiva e não obtinhamos forças residuais desprezáveis; podiamos considerar estas forças residuais, e relaxá-las, com a certeza de que já estamos bastante mais perto do fim do que se voltássemos ao princípio e verificássemos todas as contas feitas.

E para terminar, queriamos frizar de novo que o cálculo de estruturas no espaço é absolutamente idêntico ao das estruturas planas, apenas sendo, evidentemente, mais trabalhoso, pois cada nó introduzirá três componentes residuais.

(Continua no próximo número)

"ALFREDO BENSAÚDE, O HOMEM DE CIÊNCIA E O ARTISTA"

Conferência pelo

Sr. Prof. Luís de Freitas Branco

No dia 25 de Maio de 1954

às 21,30 h.

No Salão Nobre do I. S. T.

Organizada pela Secção Cultural da A. E. I. S. T.

C. D. 518.6:537

A integração e a diferenciação eléctricas de algumas funções usuais

PELO ENG.º ELECTROTÉCNICO (I. S. T.) MANUEL JOSÉ LOPES DA SILVA

O estudo da alteração de forma de funções eléctricas em circuitos é de grande interesse nas técnicas modernas do radar e da televisão. Com o termo genérico «funções eléctricas» queremos designar tensões ou correntes, embora seja em geral o estudo das primeiras que se faz. Neste pequeno artigo apresentamos algumas conclusões obtidas nos estudos que fizemos sobre este assunto.

Recorremos sistemàticamente ao Cálculo Simbólico (cuja base é a transformação de Laplace) por se nos afigurar o melhor de todos os instrumentos de análise que permitem resolver os problemas em questão. É, aliás, prática corrente nas novas técnicas, o emprego dos seus tão fecundos conceitos.

I. O problema

1. Sabe-se que o Cálculo Simbólico usado correntemente na Teoria dos Circuitos, e cujas funções podem ser representadas no plano de Cauchy, só é aplicável às funções sinusoidais.

Por isso, conceitos como amplitude complexa duma corrente ou impedância complexa de um circuito, perderão, pelo menos, a sua significação corrente, quando as funções em jogo deixarem de ter a forma sinusoidal.

A análise de Fourier poderá permitir neste caso a decomposição da função não sinusoidal (mesmo no caso de não ser periódica) em componentes sinusoidais cujo comportamento se estuda de per si, e a integração dos resultados parciais obtidos. Este procedimento, que é interessante sob o ponto de vista eurístico, poderá no entanto conduzir a problemas da análise matemática incompatíveis com a objectividade dos problemos técnicos.

O Cálculo Simbólico considerado neste artigo, contudo, satisfaz bem a essa objectividade embora introduzindo no início conceitos novos como o de função unidade, impulso unidade, resposta transitória e outros.

Para a resolução dum problema prático utilizando o Cálculo Simbólico não há mais do que transcrever a função (de t) aplicada a um circuito (acção) no espaço complexo de variável p da transformação de Laplace utilizando tabelas directa ou indirectamente; descrever depois o fenómeno, utilizando as leis habituais da corrente alternada (que neste espaço da variável p são válidas), e determinando a resposta (reacção) do circuito sob a forma complexa. O operador $j\omega$ é agora substituido por p mantendo-se as expressões das impedâncias. Finalmente, não há senão que determinar a função de variável real original, isto é, a função real que por intermédio da transformação de Laplace corresponde a essa resposta. As funções «imagem» do espaço complexo p, (por exemplo $\dot{E}$) serão representadas pela mesma letra das funções «original» de variável real t (por exemplo e) encimadas por um ponto. A variável simbólica p identifica-se com o operador $\frac{t}{dt}$ de Heaviside.

2. A corrente num circuito de C e R em série a que se aplica uma tensão e exprime-se, em vista do que acima se disse, por

$$\dot{I} = \frac{\dot{E}}{R + \frac{1}{pC}} = \frac{C}{RC + \frac{1}{p}} \cdot \dot{E}$$

Se a constante de tempo for muito pequena, a expressão anterior pode escrever-se

$$\dot{I} \simeq k\,p\,\dot{E}$$

e portanto conclui-se ser a corrente a função derivada da função de entrada.

Tal circuito será então um circuito diferenciador e a diferenciação eléctrica que ele realiza será tanto mais perfeita (aproximar-se-á tanto mais da diferenciação matemática) quanto mais pequena for a constante de tempo.

Se se captar uma tensão aos terminais do condensador dum outro circuito R C em série, ela exprimir-se-á por

$$\dot{E}_C = \frac{\dot{I}}{pC} = \frac{\dot{E}}{pCR+1} = \frac{1}{CR} \cdot \frac{1}{p+\frac{1}{CR}} \cdot \dot{E}$$

Se a constante de tempo for muito grande a expressão anterior pode escrever-se

$$\dot{E}_C \simeq k \cdot \frac{1}{p} \cdot \dot{E}$$

Dá-se portanto uma integração de e e tanto mais perfeita quanto maior for R C.

Considerações semelhantes se podem fazer para os circuitos R L, sendo agora diferenciadores os de pequena constante de tempo $\left(\frac{L}{R}\right)$ e tensão de saída colhida aos terminais de L, e integradores os de grande L/R e tensão de saída colhida em R.

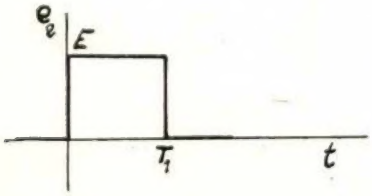
Qualquer outro circuito será integrador ou diferenciador conforme o carácter que nele predominar e a maneira como se obtiver a tensão de saída.

II. Estudo das funções

1. Impulso rectangular

É a função

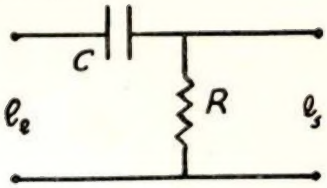
$$e_e = E.\,[\gamma\,(t) - \gamma\,(t - T_1)]$$



A sua função imagem (tabelas) é

$$\dot{E}_e = \frac{E}{p} \cdot (1 - e^{-pT_1})$$

a) Diferenciação



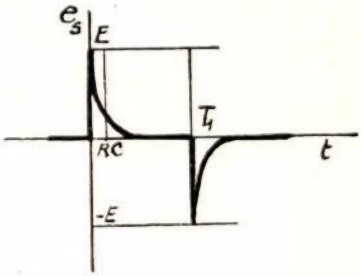
$$\dot{E}_s = R.\dot{I} = R.\frac{\dot{E}_e}{\dot{Z}} = R.\frac{\frac{E}{p}.(1 - e^{-pT_1})}{R + \frac{1}{Cp}} =$$

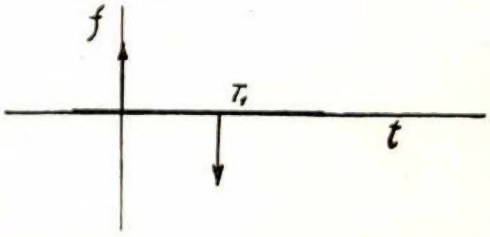
$$= E.\left[\frac{1}{p+\frac{1}{CR}} - \frac{e^{-pT_1}}{p+\frac{1}{RC}}\right]$$

donde:

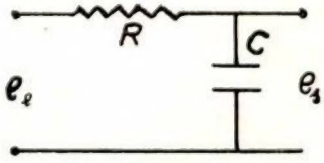
$$e_s = E.\left[e^{-\frac{t}{CR}}\,\gamma\,(t) - e^{-\frac{t-T_1}{CR}}\,\gamma\,(t - T_1)\right]$$

Representando esta função verifica-se que para valores de R C pequenos a diferenciação eléctrica se torna mais perfeita, aproximando-se da diferenciação matemática. Basta com efeito comparar as seguintes representações gráficas destas duas diferenciações





b) Integração



$$\dot{E}_s = \frac{\dot{I}}{pC} = \frac{\frac{E}{p}.(1 - e^{-pT_1})}{pC.\left(R + \frac{1}{Cp}\right)} =$$

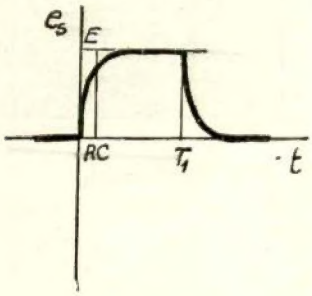
$$= E \cdot \left[\frac{\frac{1}{CR}}{p\left(p + \frac{1}{CR}\right)} - \frac{\frac{1}{CR} \cdot e^{-pT_1}}{p\left(p + \frac{1}{CR}\right)} \right]$$

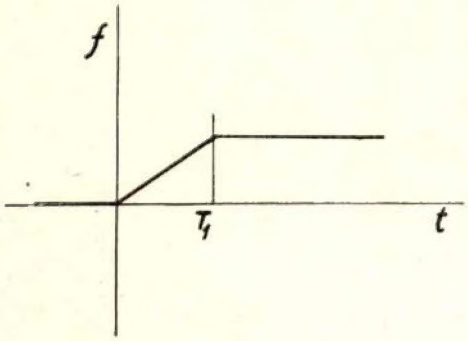
donde:

$$e_s = E \left[(1 - e^{-t/CR}) \cdot \gamma(t) - \right.$$

$$\left. - \left(1 - e^{-\frac{t - T_1}{CR}}\right) \cdot \gamma(t - T_1) \right]$$

Para valores de CR grandes aproximamo-nos da integração ideal

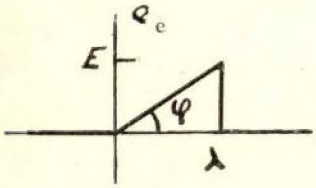


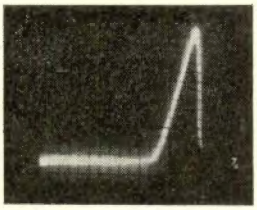


2. Impulso linear breve

Trata-se da função

$$e_e = \text{tag}\ \varphi \cdot t \cdot \gamma(t) - \text{tag}\ \varphi \cdot t \cdot \gamma(t - \lambda)$$

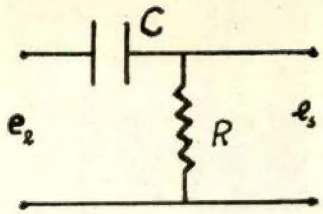




Função imagem (Angot, pág. 492):

$$\dot{E}_e = \frac{E}{p} \cdot \left[\frac{1}{\lambda p} - \left(1 + \frac{1}{\lambda p}\right) e^{-\lambda p} \right]$$

a) Diferenciação



$$\dot{E}_s = R\,\dot{I} = R \cdot \frac{\dot{E}^e}{\dot{Z}} =$$

$$= R \cdot \frac{\frac{E}{p}\left[\frac{1}{\lambda p} - \left(1 + \frac{1}{\lambda p}\right) e^{-\lambda p}\right]}{R + \frac{1}{cp}} =$$

$$= E \cdot \left[\frac{1}{\lambda p\left(p + \frac{1}{CR}\right)} - \frac{1 + \frac{1}{\lambda p}}{p + \frac{1}{CR}} e^{-\lambda p} \right]$$

Como estas expressões se não encontram em tabelas, é necessário recorrer à fórmula de inversão de Mellin-Fourier:

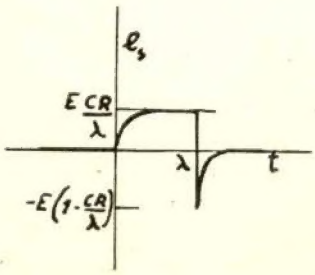
$$e_s = \frac{1}{2\pi j} \cdot \int_{c - j\infty}^{c + j\infty} e^{pt} \cdot \dot{E}_s \cdot dp$$

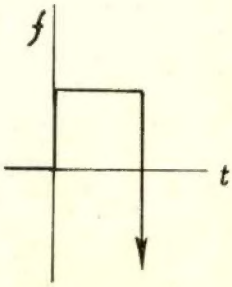
Ora esta integral calcula-se aplicando o Teorema dos Resíduos, considerando que se trata do contorno de Bromwich. Determinam-se portanto os resíduos correspondentes aos vários polos existentes dentro do contorno, somam-se, e obtém-se o seguinte depois de todas as simplificações ($e^{-\lambda p}$ é operador de translacção).

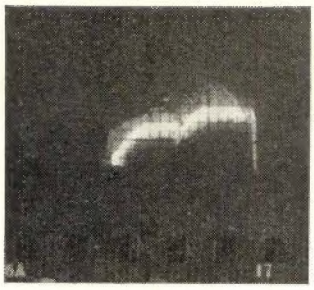
$$e_s = E \cdot \left\{ \frac{CR}{\lambda}\left(1 - e^{-t/CR}\right) \cdot \gamma(t) - \right.$$

$$\left. - \left[\frac{CR}{\lambda} + e^{-\frac{t - \lambda}{CR}} \cdot \left(1 - \frac{CR}{\lambda}\right) \right] \cdot \gamma(t - \lambda) \right\}$$

Representamos a seguir esta função ao lado da diferenciação matemática. Apresentamos também um oscilograma em que $\lambda = 12\,\mu s$ e $RC = 1\,\mu s$.

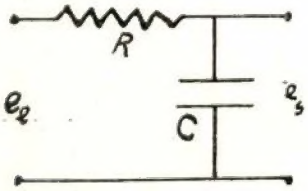






Na interpretação do oscilograma deve notar-se que o regime livre correspondente ao fim do impulso, é deslocado do fim da figura para o início, devido a não ter sido possível tornar coincidentes a origem dos tempos e o começo da exploração.

b) Integração



$$\dot{E}_s = \frac{\dot{I}}{pC} = \frac{\dot{E}_e}{pC\left(R + \frac{1}{pC}\right)} =$$

$$= \frac{\frac{E}{p}\left[\frac{1}{\lambda p} - \left(1 + \frac{1}{\lambda p}\right) e^{-\lambda p}\right]}{pC\left(R + \frac{1}{pC}\right)} =$$

$$= E \cdot \frac{1}{CR}\left[\frac{1}{\lambda p^2\left(p + \frac{1}{CR}\right)} - \frac{1 + \frac{1}{\lambda p}}{p \cdot \left(p + \frac{1}{CR}\right)} e^{-\lambda p}\right]$$

Utilizando ainda a fórmula de inversão, obtém-se

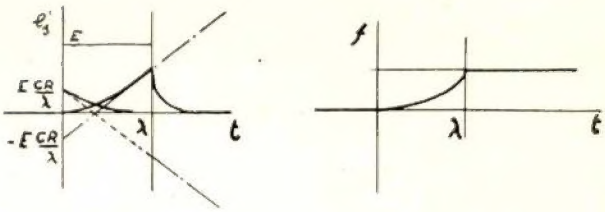
$$e_s = E \cdot \left\{\left[\frac{CR}{\lambda} e^{-t/CR} + \left(\frac{1}{\lambda} t - \frac{RC}{\lambda}\right)\right] \cdot \gamma(t) - \right.$$

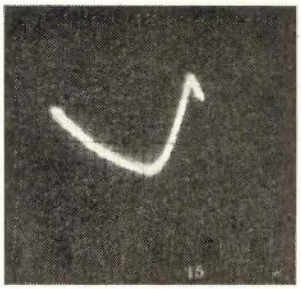
$$- \left[\left(-\frac{1}{\lambda} t + \frac{RC}{\lambda}\right) + \right.$$

$$\left. \left. + \left(\frac{RC}{\lambda} - 1\right) e^{\frac{-t-\lambda}{CR}}\right] \gamma(t - \lambda)\right\}$$

Representa-se a seguir esta função e a integração matemática, assim como um oscilograma em que

$$\lambda = 12\,\mu s \text{ e } RC = 15\,\mu s.$$



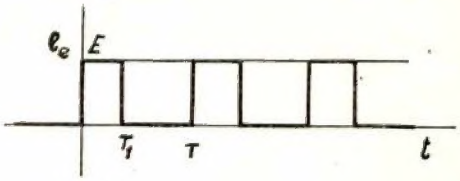


Também neste caso o regime livre causado pelo fim do impulso surge no início do diagrama pela razão acima apontada.

3. Onda rectangular

É a função

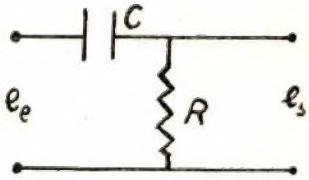
$$e_e = E \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \left[\gamma(t - kT) - \gamma(t - kT - T_1)\right].$$



cuja imagem é

$$\dot{E}_e = \frac{E}{p} \cdot \frac{1 - e^{-pT_1}}{1 - e^{-pT}}$$

a) Diferenciação



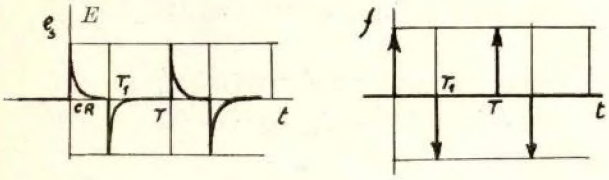
$$E_s = R \cdot \dot{I} = R \cdot \frac{\frac{E}{p} \cdot \frac{1 - e^{-pT_1}}{1 - e^{-pT}}}{R + \frac{1}{pC}} =$$

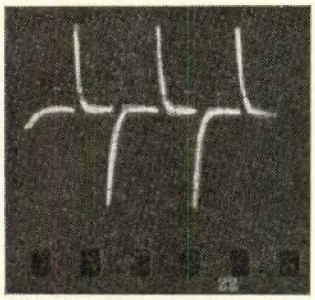
$$= E \cdot \left[\left(\frac{1}{p + \frac{1}{CR}} - \frac{e^{-pT_1}}{p + \frac{1}{CR}}\right) \cdot \frac{1}{1 - e^{-pT}}\right]$$

Atendendo a que $\frac{1}{1-e^{-pT}}$ é o operador de repetição tém-se imediatamente

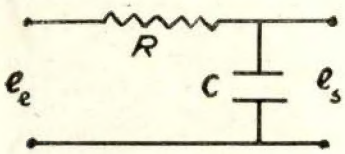
$$e_s = E \sum_{k=0}^{\infty} \left[e^{-\frac{t-kT}{CR}} \cdot \gamma (t - kT) - e^{-\frac{t-T_1-kT}{CR}} \cdot \gamma (t - T_1 - kT) \right]$$

Segue a representação gráfica, e um oscilograma para $T = T_1 = 500\ \mu s$ $RC = 70\ \mu s$.





b) integração



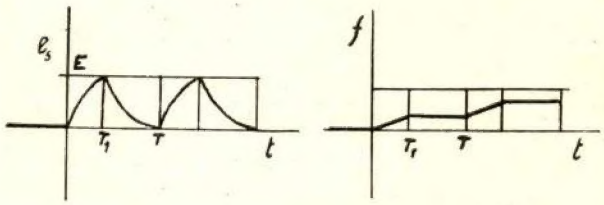
$$\dot{E}_s = \frac{\dot{I}}{pC} = \frac{1}{Cp} \cdot \frac{\dot{E}_e}{\dot{Z}} = \frac{1}{Cp} \cdot \frac{\frac{E}{p} \cdot \frac{1-e^{-pT_1}}{1-e^{-pT}}}{R + \frac{1}{Cp}} =$$

$$= \frac{E}{CR} \left[\frac{1}{p + \frac{1}{CR}} \cdot \frac{1}{p(1-e^{-pT})} - \frac{1}{p + \frac{1}{CR}} \cdot \frac{e^{-pT_1}}{p(1-e^{-pT})} \right]$$

Aplicando o teorema de Borel a estas expressões, e feitas as simplificações possíveis obtém-se

$$e_s = E \cdot \sum_{k=0}^{\infty} \left[\left(1 - e^{\frac{t-kT}{CR}}\right) \cdot \gamma (t - kT) - \left(1 - e^{\frac{t-T_1-kT}{CR}}\right) \cdot \gamma (t - T_1 - kT) \right]$$

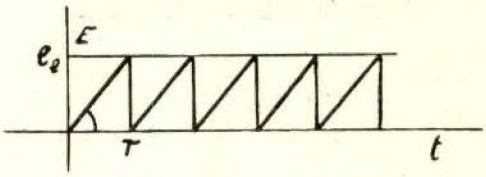
Segue a representação gráfica que, como é natural, se aproxima da integração ideal para RC grande, e um oscilograma para $T = 500\ \mu s$ e $RC = 85\ \mu s$.



4. Onda em dente de serra

É a função

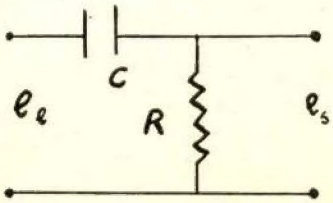
$$e_e = \frac{E}{T} \cdot \left[t \cdot \gamma (t) - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma (t - kT) \right]$$



cuja imagem é

$$\dot{E}_e = \frac{E}{T} \cdot \left[\frac{1}{p^2} - \frac{T}{p} \cdot \frac{e^{-Tp}}{1 - e^{-Tp}} \right]$$

a) Diferenciação



$$\dot{E}_s = R \cdot \dot{I} = R \cdot \frac{\dot{E}_e}{\dot{Z}} = R \cdot \frac{\frac{E}{T} \cdot \left[\frac{1}{p^2} - \frac{T}{p} \cdot \frac{e^{-Tp}}{1 - e^{-Tp}} \right]}{R + \frac{1}{Cp}}$$

$$= \frac{E}{T} \cdot \left[CR \cdot \frac{\frac{1}{CR}}{p\left(p + \frac{1}{CR}\right)} - \frac{T \cdot e^{-Tp}}{p + \frac{1}{CR}} \cdot \frac{1}{1 - e^{-pT}} \right]$$

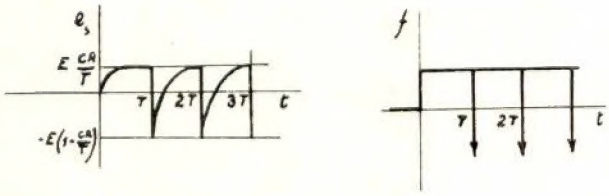
donde

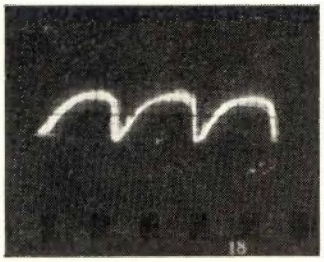
$$e_s = E \cdot \left[\frac{CR}{T} \left(1 - e^{-\frac{t}{CR}}\right) \cdot \gamma(t) - \right.$$

$$\left. - \sum_{k=1}^{\infty} e^{-\frac{t-kT}{CR}} \cdot \gamma(t - kT) \right]$$

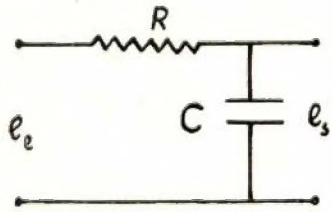
Representa-se a seguir esta função, a diferenciação matemática e um oscilograma em que

$$T = 45\,\mu s \text{ e } RC = 7\,\mu s.$$





b) integração



$$\dot{E}_s = \frac{\dot{I}}{pC} = \frac{1}{pC} \cdot \frac{\dot{E}_e}{\dot{Z}} = \frac{1}{pC} \cdot$$

$$\cdot \frac{\frac{E}{T} \cdot \left[\frac{1}{p^2} - \frac{T}{P} \cdot \frac{e^{-Tp}}{1 - e^{-Tp}} \right]}{R + \frac{1}{pC}}$$

$$= E \cdot \left[\frac{1}{CR \cdot T} \cdot \frac{1}{p^2\left(p + \frac{1}{CR}\right)} - \frac{1}{CR} \cdot \right.$$

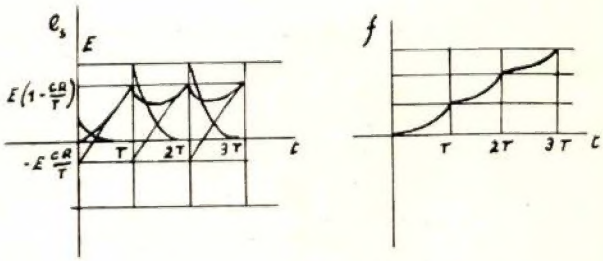
$$\left. \cdot \frac{1}{p\left(p + \frac{1}{CR}\right)} \cdot \frac{e^{-Tp}}{1 - e^{-Tp}} \right]$$

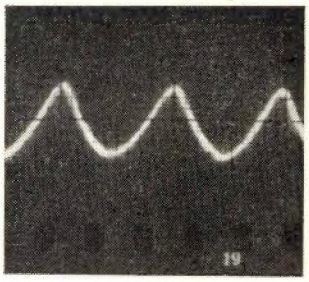
o que conduz a

$$e_s = E \cdot \left[\left(\frac{RC}{T} e^{-t/CR} + \frac{1}{T} t - \frac{CR}{T} \right) \cdot \gamma(t) - \right.$$

$$\left. - \sum_{k=1}^{\infty} \left(1 - e^{-\frac{t-kT}{CR}}\right) \cdot \gamma(t - kT) \right]$$

Apresentamos a representação gráfica, a integração matemática e um oscilograma em que $T = 45\mu_s$ e $RC = 8\mu_s$.





III. Considerações finais

Conforme o ponto de vista em que nos colocarmos, assim estas operações da integração ou diferenciação eléctricas serão ou úteis ou indesejáveis. Serão de utilidade quando, por exemplo, se tratar da separação do intersincronismo em receptores de televisão. Neste caso os impulsos são do tipo rectangular, com curta duração (T_1), para o sincronismo horizontal e longa duração para o vertical. Para extrair o sincronismo horizontal da onda de sicronismo diferencia-se esta; em contrapartida há que integrá-la para separar o sincronismo vertical, correspondendo neste caso

um aumento da amplitude da saída à chegada dum trem de impulsos de longa duração.

Por vezes até, não basta um simples circuito e há necessidade de utilizar várias células para se conseguir o fim desejado. Como a operação se acentua bastante ao passarmos de uma para outra célula, utilizam-se no máximo três.

Quando porém a forma das funções tiver de ser fielmente respeitada, como por exemplo no caso das tensões em dente de serra das varreduras horizontal e vertical dos receptores de T V, então as diferenciações ou integrações mesmo parciais tornam-se indesejáveis.

De facto, a perda de linearidade destas funções tem como consequência imediata a distorção da imagem, e é essencial que isto não suceda.

Podem apresentar-se as seguintes causas para a perda de linearidade:

a) Integração: capacidades parasitas (entre conductores e massa, efeito Miller) nos circuitos de deflexão horizontal.

b) Diferenciação: circuitos R C de acoplamento de andares ou de retorno das placas de deflexão, nos andares de deflexão vertical.

Para remediar o primeiro mal poderiam utilizar-se bobinas de correcção, se isso não fosse desaconselhável para ondas em dente de serra, por virtude da possibilidade de oscilações parasitas. O que se faz então é jogar com as constantes dos circuitos de modo a reduzir a integração a um valor aceitável.

Quanto ao segundo mal é remediado ou com o emprego de circuitos de correcção, que produzem em última análise uma realimentação negativa, ou com a utilização da região não linear das transcaracterísticas dos amplificadores de deflexão.

O exame das características integradoras dos circuitos pode fazer-se com aparelhagem existente para esse fim, que permite realizar essa operação com grande comodidade.

BIBLIOGRAFIA

— «Theory and Design of Television Receivers», *S. Deutsch, Mac Graw Hill.*

— «Principles and Practice of Radar», *H. E. Penrose, Ed. George Newnes, Lda.*

— «Complément de Mathematiques», *André Angot, Ed. Revue d'Optique.*

— «Cours de Calcul Operationel», *M. Denis Papin et A. Kaufmann.*

— «Heavisides Operational Calculus as applied to Engineering and Physics». *Ernst Julius Berg.*

— «Modern Operational Mathematics in Engineering», *Ruel V. Churchil, Mac Graw Hill.*

— «Saw—Tooth—Wave Testing», PIRE, n.º 6-V32

— «Transient Response», PIRE, n.º 3-V 33.

Terminaram a parte escolar do seu curso no ano lectivo de 1952-53 os seguintes colegas:

ENGENHARIA CIVIL

João Tiroa
Daciano Pereira de Barros
Bento Dias
João Frederico Fontes Falcão
Dália da Silva Pinto Lázaro e Manuel Correia da Costa Antunes
João Manuel Madeira Costa, Marciano Bento Quaresma Guerreiro e Manuel António Nunes Sequeira
Nuno Krus Abecasis
Samuel Azavey Dores de Carvalho e Valentim Fernandes dos Santos
Fernando Alberto Vieira da Rosa e Moreira de Lemos, Mário Ramos da Cruz e Pedro José Serra Ribeiro Soares
Manuel Joaquim Monteiro de Barros e Porfírio de Matos Vasques Machado
Fernando de Castro Fontes, Francisco Xavier de Garcia Viseu Pinheiro e Jorge António Rodrigues de Araújo
Carlos César de Oliveira Medeiros e Carlos Alberto de Paiva Nobre Guedes da Silva
Maria Manuela Baltazar Madeira e João Paulo Soares Rosado
Álvaro Manuel Roquete de Melo Campelo, Carlos Matos da Silva, Manuel Joaquim Picado e Nuno Morales de los Rios e Castro
Diogo da Fonseca, Francisco José de Sousa Guerra, Pedro José Rodrigues de Miranda e Vítor Caldas e Quadros Martins
Bernardo Dinis Vilar, José Fernando Pinto Lampreia e Jorge Telo Dias de Noronha da Costa Paulino
Fernando Salgueiro de Paula Pereira Ramos, José Lopes da Silva Brás Frade, José Ribeiro Pereira Bastos, José Ruela de Almeida e Silva e Telmo Mendes da Costa Neves
António Emílio Ferreira de Magalhães e José Abreu Lima Abranches Pinto
João Maria Anjos Pinto Leite, Rodrigo Manuel Cordeiro Teixeira de Almeida e Luís Filipe da Cunha Sousa de Almeida
Artur Henrique Galvão Leote
Agostinho Sousa Coutinho e Mário Pires Marques Maia
César Mário Pinheiro de Melo Mourão Garcês Palha e Eugénio Perdigão de Campos Godinho
José Manuel Mendes Quadros
Virgílio José Jacinto Furtado
João César Ferreira Lapas de Gusmão

ENGENHARIA QUÍMICA INDUSTRIAL

Fernando de Melo Alves da Silva
Casimiro de Almeida Azevedo Barreto Ferraz Sacchetti
Maria de Lourdes Rui da Silva Matos Pintassilgo
João Manuel Resina Rodrigues
Mário Dias da Silva Fontoura
José Manuel Cayolla Carpinteiro
Maria Júlia Ribeiro dos Reis Ávila de Melo e Maria Tereza Ferreira da Costa e Silva
Manuel da Cruz Silva
Maria Helena Fiuza Veiga
Francisco António dos Santos Pinto Teixeira e José António Rosa Martins Rodrigues
Fernando Manuel Leitão de Figueiredo, Jesus Emídio Sobral Calado e Jorge Martins
José Maria Galvão da Silva Barreiros Calado
Fernando David Moura
Hugo Alexandre Barbosa Pires
António Tiago Rogado Pereira
Elói Alves Veloso Gomes de Barros

(Continua na pág. 424)

C. D. 621 833.01

Sobre a noção de rendimento duma transmissão mecânica

PELO ENG.º MEC. I. S. T. FRANCISCO DE ALMEIDA E CASTRO

Eng.º Adjunto da C P. — «Material Diesel»

A justificação das breves notas que aqui se apresentam apoia-se ùnicamente no desejo de contribuir — embora modestamente — para desfazer um equívoco que frequentemente ocorre na interpretação prática da noção de rendimento de uma transmissão mecânica. Refiro-me particularmente ao uso que dessa noção muitas vezes se faz na determinação analítica das capacidades cinemáticas de veículos — em especial ferroviários — munidos de motores de combustão interna e equipados com transmissões da espécie referida.

Com efeito, é vulgar na avaliação das possibilidades máximas de tracção desses veículos considerar-se a potência disponível como o produto da potência instalada pelo rendimento da transmissão. Este o equívoco. Como, normalmente, as transmissões mecânicas apresentam rendimentos da ordem dos 95-97 %, em comparação com números à volta de 80 % oferecidos pelas transmissões fluidas (hidráulicas ou eléctricas), resulta daí ser opinião aceite por observadores incautos, e expressa até por alguns tratadistas, que, em igualdade de características de tracção, os veículos munidos de transmissões mecânicas exigem menor potência instalada. Este o enganoso resultado do equívoco acima referido.

Claro que não pretendo negar a simples e clássica definição de rendimento duma transmissão de qualquer tipo: cociente da potência utilizada pela potência aplicada:

$$r_t = \frac{N_u}{N_a}$$

A expressão «potência aplicada», que propositadamente sublinhei, marca, porém, o ponto de partida duma confusão que bem desejaria esclarecer de vez. Com efeito, quando se usam transmissões fluidas, a velocidade angular do motor propulsor é independente da das rodas motoras do veículo; a potência aplicada pode então ser, sob todas as condições normais de funcionamento, igual à potência total instalada. Não resta assim dúvida de que, neste caso, r_t dará a medida das possibilidades cinemáticas de qualquer veículo com uma determinada potência instalada N_i, pois $N_i = N_a$ e então:

$$N_u = r_t \, N_i$$

Se, porém, o veículo estiver equipado com transmissão rígida (mecânica) tal generalização não é inteiramente aplicável.

Na realidade esta classe de transmissões determina, em cada escalão, uma *relação fixa* entre a velocidade angular do órgão propulsor e a das rodas motoras; quer dizer, a velocidade do veículo condiciona a do motor e, implìcitamente, a potência que é possível desenvolver. O valor de r_t portanto não mais pode servir como indicador das possibilidades do veículo em relação à potência instalada, visto esta não ser geralmente realizável.

Exemplificando, considere-se um veículo accionado por um motor Diesel caracterizado por binário motor constante na gama de utilização (caso geral) e imagine-se ainda que a transmissão

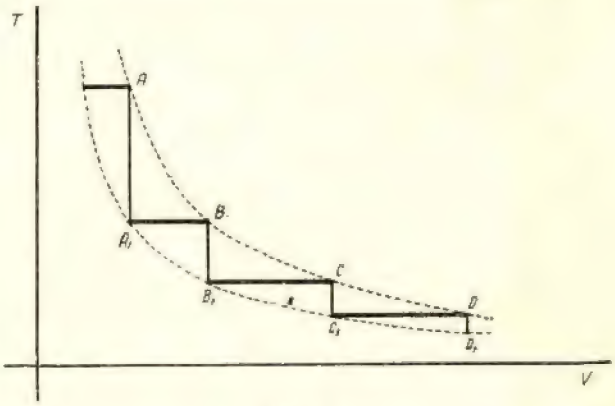


Fig. 1

mecânica montada nesse veículo tem quatro escalões. Se for traçada a curva do esforço de tracção em função da velocidade do veículo obter-se-á um gráfico como o da fig. 1.

Como, por definição:

$$N_u = \frac{T\,V}{270} \qquad \left| \begin{array}{l} N_u - \text{C. V.} \\ T \ - \text{kg} \\ V \ - \text{km/h} \end{array} \right.$$

fácil é verificar que os pontos A, B, C e D se encontrarão sobre uma hipérbole $T\,V = k\,N_i$, visto lhes corresponder uma potência utilizada igual a $N_u = \eta_t N_i$. São estes no entanto os únicos pontos de funcionamento em que η_t mede as possibilidades do veículo, pois só nestes pontos é que o motor pode desenvolver a sua potência total, e assim $N_a = N_i$.

Nos restantes pontos da curva, porém, será $N_a < N_i$ e portanto: $N_u < \eta_t N_i$. Quer dizer, para a avaliação da capacidade de tracção do veículo há que contar com uma potência útil

$$N_u = \varepsilon\, N_i$$

em que ε será um coeficiente ou *factor de utilização*, variavel entre um limite superior correspondente aos pontos A, B, C e D ($Na = Ni$) e um limite inferior correspondente aos pontos A1, B1 e C1. (Neste caso: $Na = \frac{n_1}{n} \cdot Ni$, sendo n_1 e n os limites úteis da velocidade angular do motor em cada escalão da transmissão considerada).

Portanto:

$$\frac{n_1}{n}\,\eta_t \leq \varepsilon \leq \eta_t$$

Ora é vulgar o valor de $\frac{n_1}{n}$ descer a 0,6 e até menos, donde poderem tomar-se como valores extremos de ε nos casos mais correntes:

$$\varepsilon \text{ máx} = 0{,}97$$

$$\varepsilon \text{ mín} = 0{,}97 \times 0{,}6 = 0{,}58$$

ou seja um valor médio de 78 % o qual, portanto, não se distingue particularmente dos valores encontrados em transmissões hidráulicas ou eléctricas; nestas como disse, $\varepsilon = \eta_t$, podendo considerar-se constante ao longo de toda a gama de velocidades normais do veículo.

Se for considerado um motor sobrealimentado por turbo-compressor o valor médio de ε descerá ainda mais, pois o binário motor será também por sua vez função da velocidade e os pontos A1, B1 e C1 fixar-se-ão sobre uma hipérbole ainda mais afastada de A, B, C e D (fig. 2). Nestes casos ε mín. pode descer até valores da ordem dos 50 %.

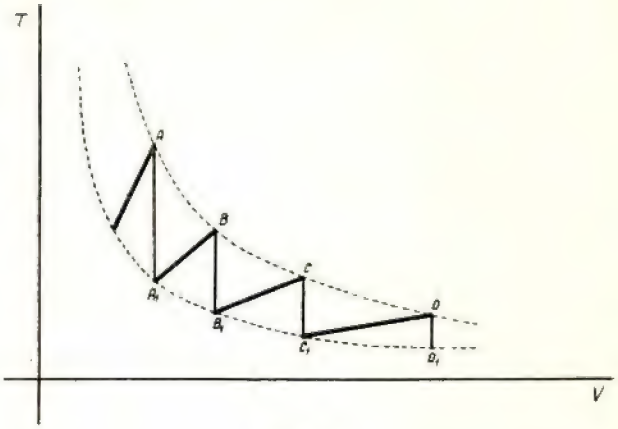


Fig. 2

Que poderá então fazer-se para melhorar o factor de utilização das transmissões mecânicas?

Dois caminhos possíveis evidentes se apresentam, embora um deles só desde há muito pouco tempo venha sendo trilhado. O primeiro consiste em aumentar o número de escalões de desmultiplicação, estreitando por conseguinte a gama das velocidades de utilização do motor. É fácil de compreender que se, por exemplo, a transmissão fosse projectada com 8 escalões em vez de 4, mantendo-se os mesmos valores de desmultiplicação no primeiro e no último escalão, os pontos A, B. C, etc., se aproximariam sensìvelmente de A1, B1, C1, etc., melhorando assim o valor médio de ε. Dentro desta orientação são de assinalar realizações bastante interessantes. A sua praticabilidade, no entanto, é largamente afectada pelas complicações mecânicas inerentes às soluções.

O outro elo da cadeia sobre que é possível actuar será, evidentemente, o motor. Se bem que durante longo tempo fosse considerada imutável e inerente aos motores de combustão interna a característica de binário constante na gama das velocidades úteis, a verdade é que o combate a essa sujeição oferece todo um mundo de possibilidades novas. Se com efeito, fosse possível criar um motor com características inclinada, isto é, cujo binário variasse na razão inversa da velocidade, o factor de utilização de tal motor subiria, podendo até tornar-se igual à unidade, se à dita

característica fosse dada a forma hiperbólica ideal.

Aliás, se explorarmos um pouco o campo das turbinas de gás, verificaremos que a característica de binário destas se orienta já por natureza no sentido aqui esboçado (fig. 3).

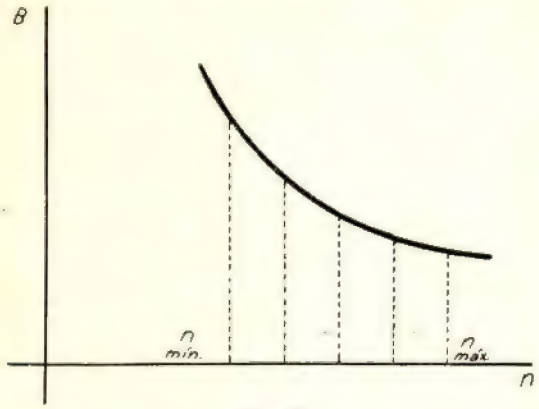


Fig. 3

No campo dos motores alternativos, porém, os esforços feitos são ainda débeis. Assinalem-se no entanto os trabalhos de Sir Harry Ricardo, com motores sobrealimentados por compressores de êmbolo e comandados por forma a que a quantidade de ar admitida nos cilindros motores aumente quando baixe a velocidade de rotação. Por este processo conseguiu já realizar-se um motor de característica hiperbólica, se bem que numa gama de velocidades relativamente pouco extensa.

Crê-se que assim poderá vir a tornar-se mais extensivo o uso de transmissões mecânicas. Julga-se mesmo que se for obtida a característica hiperbólica poderá reduzir-se a um mínimo o número de escalões de desmultiplicação (1 ou 2 no máximo). É à luz desta orientação que deve ser apreciada a nova locomotiva «Fell» dos C. de Ferro Britânicos, tendo de considerar-se como passageiros, ou de pura cor local, alguns pormenores construtivos capazes de mascarar o seu objectivo fundamental.

Poderá então nesta ordem de ideias considerar-se a batalha como a caminho de ser definitivamente ganha pelas transmissões mecânicas? De maneira nenhuma. Nada autoriza a supor que as transmissões competidoras não venham a encontrar por sua vez solução para as suas próprias limitações. Pode até prever-se com certa segurança que, pelo menos no que diz respeito à transmissão eléctrica, a utilização de motores com característica hiperbólica permitir-lhe-á lançar mão de um importante trunfo, ainda não utilizado, neste campo: a corrente alternada.

Com efeito passa a ser possível, sem perda da potência aplicada, acompanhar as oscilações de velocidade do veículo (velocidade dos motores de tracção) por variações convenientes da frequência gerada (velocidade do grupo diesel-alternador) mantendo-se assim o escorregamento dentro dos limites convenientes a um bom rendimento.

A ser assim, perderá muita força o clássico argumento da complexidade das transmissões eléctricas, pois estas se reduziriam à combinação de grupos diesel - alternadores e motores de rotor em curto-circuito, de comprovada eficiência e apreciável simplicidade.

Que concluir, portanto, por agora? Apenas que a batalha continua e que só se lhe vislumbra um possível vencedor: o progresso.

Terminaram a parte escolar do seu curso no ano lectivo de 1952-53 os seguintes colegas:

ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Manuel Alves Marques
Duarte Lino Pimentel
Joaquim Pires Chicau e Manuel Mata da Nazaré
João Fernando Poñe Figanier
Jaime Herculano Garcias
Júlio Nunes Franco da Silva
Luís Manuel Lages Ribeiro
Luís Manuel da Silva Santiago Pinto
Manuel Trigueiros Sampaio de Cabaço Monteiro Lopes
António Miguel Cavâco e Joaquim José da Costa
José Rui Neves Cortês Zacarias, Filipe Pascalino Tomás e Michel Josef da Costa Simas
Humberto Jorge Óscar de Almeida Fech, Pedro Maria José Correia da Silva Sampaio e Nuno José Alves
Amilcar Gustavo da Silva Guerra
Manuel António Sales Traquete e João António Ferreira de Almeida
António Almiro Joly, António Marques Rodrigues, António Nuno Cardoso Sampaio Pinho, Filipe Sanchez de la Fuente e João Augusto da Silva Gião do Nascimento Pires
Rui Humberto da Conceição Cordeiro
Vtior Carlos Clemente Godinho Bueno
Maria Luísa Bernardo Luz

ENGENHARIA MECÂNICA

António Maria Caetano Carreira
António José de Sousa Catita
Rufino Miranda de Pinho Campos
José Nogueira Rodrigues Branco
Macário de Castro da Fonseca Pereira Coutinho
José Maria dos Anjos de Sousa Sardinha
José Luís de Albuquerque d'Orey
António Pacheco Luís Gomes
Nuno Manuel de Almeida Alves
Manuel Vicente da Costa Perestrelo de Vasçoncelos
António de Morais Sarmento dos Santos Lucas e Costa Brotas
Rui Pimenta Garcia da Silva
Manuel António Flor Alves da Silva e João Carlos de Atayde e Arriaga de Tavares da Cunha Cabral
António da Conceição Santos e José Manuel Lobão Cardoso
Álvaro de Oliveira Lobato
Raúl de Almeida Nascimento Piedade
António Manuel Caldeira Pinto Taborda Ramos

C. D. 625.85:620.173

Ensaios de compressão triaxial sobre misturas betuminosas

POR FRANCISCO VIZEU PINHEIRO
do Curso de Engenharia Civil

O presente trabalho, publicado com o consentimento do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, é o relatório do tirocinio realizado em Agosto de 1952 na Secção de Estradas e Aeródromos.

O interesse da publicação surgiu ao confrontar os resultados obtidos a partir dos ensaios realizados com o aparelho triaxial e os ensaios realizados pelos métodos habituais.

No curto prazo do estágio não foi possivel fazer maior número de ensaios, conforme era desejo do L. N. E. C.

Introdução

Pretende-se estudar um método de ensaio para pavimentos betuminosos com o aparelho triaxial, empregando inertes e betuminosos utilizados na execução de um tapete betuminoso sobre um macadame de 0,20 m de espessura no prolongamento da pista N-S da base aérea da OTA.

I PARTE

Estudo do método de execução do ensaio de compressão triaxial sobre misturas betuminosas

1) *Finalidade* — O ensaio de compressão triaxial tem por fim determinar os valores de

tang ϕ . . . . . coeficiente de atrito
c . . . . . coesão

parâmetros insertos na conhecida expressão matemática de Coulomb

$$\tau = c + \sigma_c \text{ tang } \phi$$

com

τ = tensão de rotura ao corte
σ_c = tensão de compressão normal ao plano de rotura
ϕ = ângulo de atrito interno.

Como se vê, a fórmula de Coulomb relaciona, indirectamente, a resistência ao corte dum determinado maciço do terreno com a carga aplicada.

Os ensaios de compressão triaxial foram desenvolvidos por Pfeiffer na Holanda e Endersby nos Estados Unidos e fazem hoje parte integrante de algumas especificações oficiais do asfalto norte-americano.

Estes ensaios estão mais próximos da realidade que os de compressão simples, pois num terreno há sempre uma pressão que dificulta a expansão lateral, quando uma pequena zona desse terreno sofre a acção duma carga vertical.

2) *Processos de execução dos ensaios* — Os ensaios de compressão triaxial podem ser conduzidos por 3 processos diferentes:

1.º — *rápido.* Introdução rápida da pressão lateral e da carga normal à secção do provete.
2.º — *lento.* Introdução lenta dos mesmos esforços.
3.º — *misto.* Introdução lenta da pressão lateral envolvente ao provete e rápida da carga normal.

3) *O ensaio.*

Utilizaremos o primeiro processo.

O ensaio com o aparelho triaxial, que vamos descrever sumàriamente, não tem sido empregado em Portugal para estudo do comportamento do betão betuminoso, mas sim para solos naturais. É evidente que, sendo o provete um bloco de betão betuminoso, certos cuidados especiais que são usuais nos ensaios de solos, como por

exemplo, a drenagem durante o ensaio, não foram atendidos, resultando o processo mais simples.

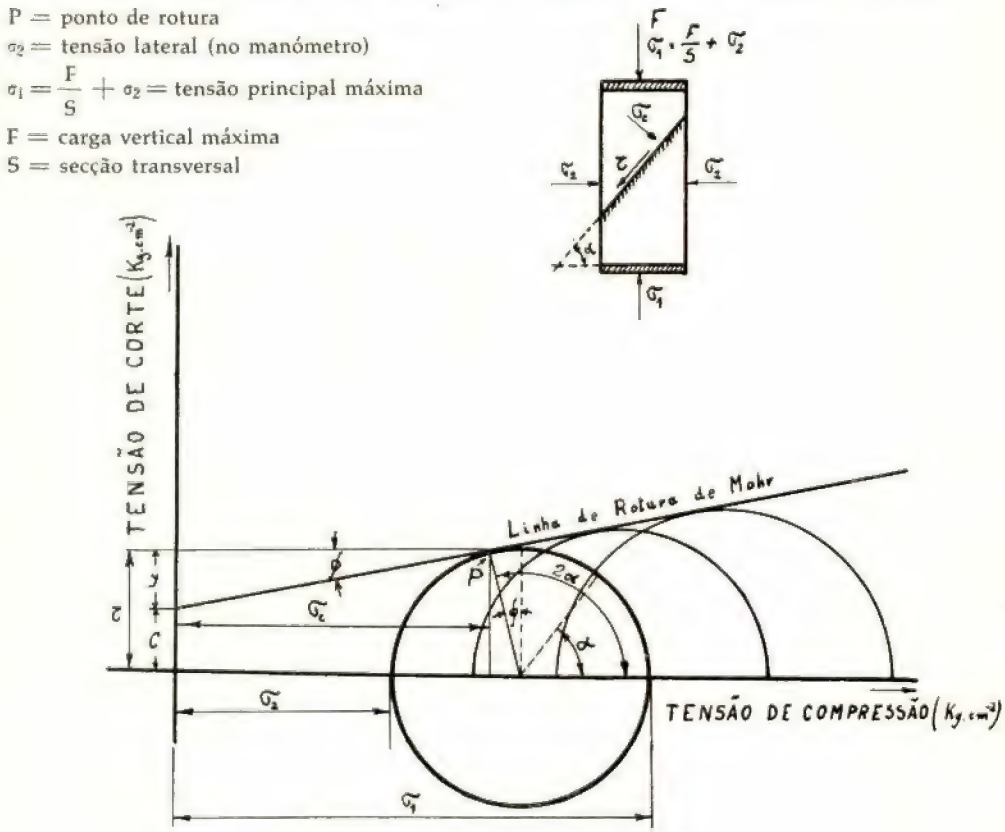
Para facilidade do cálculo, suporemos que as densidades se mantêm durante os ensaios embora o material se altere. Utilizaremos a representação gráfica dos círculos de Mohr (Fig. 1).

Como a tensão tangencial depende só da tensão normal, a envolvente dos círculos de Mohr, ou seja, a curva intrínseca das tensões de rotura, será uma recta tangente à família de circunferências.

envolve dois pratos metálicos, um em cada topo, aos quais é muito bem apertada.

Concêntrica e exteriormente, envolve o conjunto uma folha cilíndrica de leucito de 10 mm de espessura, que se apoia também em dois pratos exteriores metálicos, contra os quais é apertada por meio de 3 porcas com os respectivos eixos roscados nas extremidades, de modo que os pratos exteriores e o cilindro de leucito formem um todo solidário. As juntas, para melhor vedação, são de borracha impregnada de vaselina. A transmissão

DIAGRAMA DE MOHR — Ensaio de compressão triaxial



$$\tau = C + y = C + \sigma_c \operatorname{tang} \phi$$

C = coesão Kg . cm^{-2}
ϕ = ângulo de atrito interno
τ = tensão de rotura ao corte
σ_c = tensão de compressão normal ao plano de rotura

Fig. 1

a) *Preparação para ensaio* — O espécime, provete ou corpo de prova é um cilindro compacto de betão betuminoso de diâmetro aproximadamente 10 cm e altura 1,2 a 1,5 o diâmetro da base.

Para realização do ensaio (Fig. A), envolve-se o provete numa manga de borracha que também

de cargas é feita por um prato, através duma rótula que recebe a carga que lhe é transmitida por um êmbolo.

b) *Introdução do ar* — Montado o aparelho triaxial, contendo o provete envolvido na manga

de borracha, segundo descrição anterior, e verificada a sua completa estanquidade, a pressão lateral pode ser obtida por ar ou água, ou qualquer fluido à temperatura ambiente. Para maior

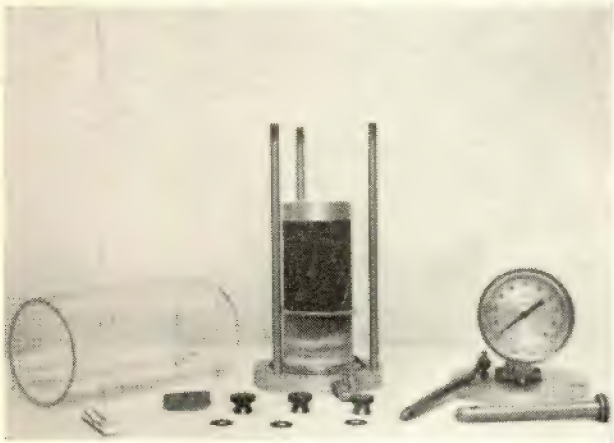


Fig. A – Câmara triaxial desmontada. O provete já se encontra no seu lugar, parcialmente envolvido pela manga de borracha

facilidade do processo, escolhemos o ar atmosférico que é introduzido no aparelho da seguinte maneira:

A máquina de compressão comprime o ar que é levado por intermédio dum tubo metálico até à válvula *a* (Fig. B). Mantendo a válvula *a* aberta, ao mesmo tempo que se abre a válvula *A*, o ar entra no aparelho pela parte superior. Imediatamente o manómetro *M* acusa pressão dentro do

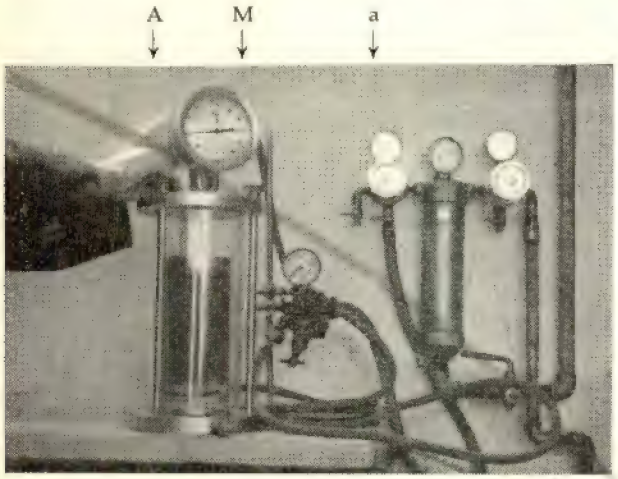


Fig. B – Introdução do ar na câmara triaxial

aparelho triaxial, em libras por polegada quadrada (P. S. I.). Um tubo de borracha liga as duas válvulas *a* e *A* que devem ser simultâneamente abertas ou fechadas para evitar fugas do ar do aparelho para o exterior ou perdas por outro processo. Uma vez alcançada a pressão desejada para o ensaio, fecham-se as duas válvulas e retira-se imediatamente o aparelho para se proceder ao ensaio de compressão triaxial.

c) *Introdução da carga* — Observemos a fig. C. O aparelho de compressão triaxial é colocado entre dois discos que, por meio dum sistema de transmissão hidropneumática, exercem o esforço de compressão gradual, isto é, a carga é introduzida a velocidade constante.

d) *Deformação do provete* — Levamos sempre o ensaio até à carga de rotura que é registada com a cedência. E, se continuarmos a exercer esforços de compressão, depois da rotura, o provete pode tomar vários aspectos conforme se mostra na fig. D.

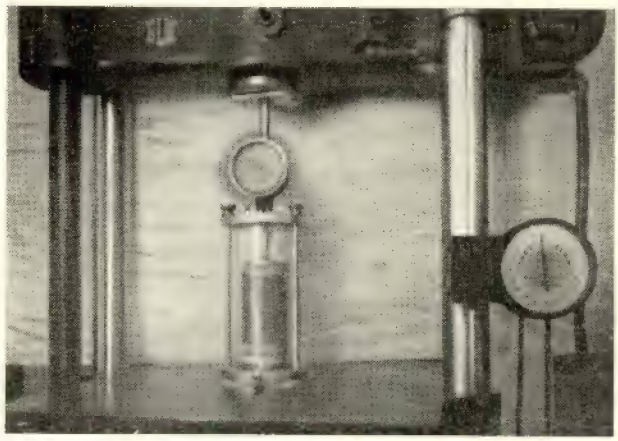


Fig. C – Câmara triaxial montada na máquina de ensaios

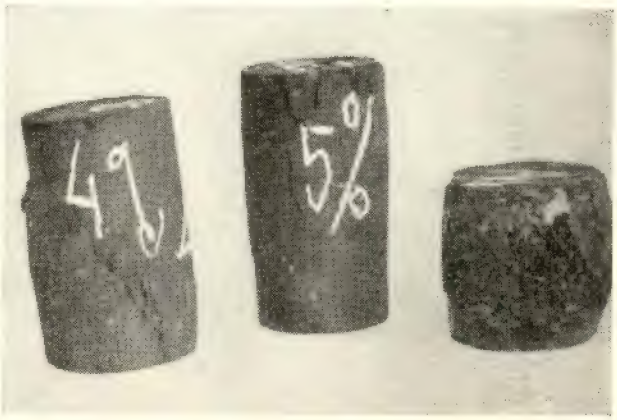


Fig. D – Aspectos da rotura dos provetes

A deformação clássica é a chamada deformação em barril, muito longe, portanto, do plano de escorregamento teórico.

II PARTE

Realização de ensaios de compressão triaxial sobre misturas betuminosas de composição indicada pela Secção de Estradas e Aeródromos

1) *Inertes utilizados. Tipos e dosagens* — No estudo feito na Secção de Estradas e Aeródromos para a determinação da granulometria a empregar, foram escolhidas as seguintes percentagens, só para inertes:

Brita	48 %
Areia	31 %
Filler	21 %

Pretende-se empregar provetes de 3.600 gr.

Para o fabrico de cada provete foram empregadas as seguintes quantidades:

Teor de betume	4 %
Inertes	96 %

	% total	Peso do material (gr.)
Brita	46,1	1.660
Areia	29,8	1.073
Filler	20,1	723
Betume	4,0	144
	100,0	3.600

Teor de betume	5 %
Inertes	95 %

	% total	Peso do material (gr.)
Brita	45,6	1.642
Areia	29,5	1.062
Filler	19,9	716
Betume	5,0	180
	100,0	3.600

Teor de betume	6 %
Inertes	94 %

	% total	Peso do material (gr.)	(1)
Brita	45,1	1.624	1.082
Areia	29,2	1.051	701
Filler	19,7	709	473
Betume	6,0	216	144
	100,0	3.600	2.400

(1) Representam os valores realmente empregados na execução dos provetes da série A.

É com esta granulometria e com estes materiais que efectuamos os ensaios.

2) *Preparação dos provetes.*

a) *Aquecimento dos materiais utilizados* — Os inertes foram tirados de sacos, secos ao ar ambiente, e seguidamente pesados (Fig. E).

Para melhor secagem foram introduzidos numa estufa (Fig. F) e levados à temperatura de 150° C durante aproximadamente 1/2 hora. O betume, também colocado na mesma estufa, atinge a mesma temperatura.

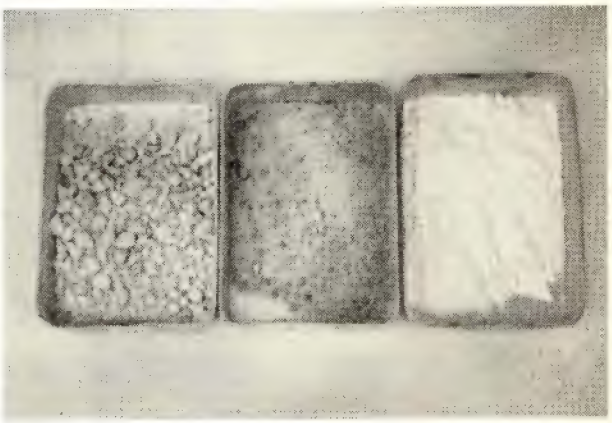


Fig. E – Inertes usados na execução dos provetes

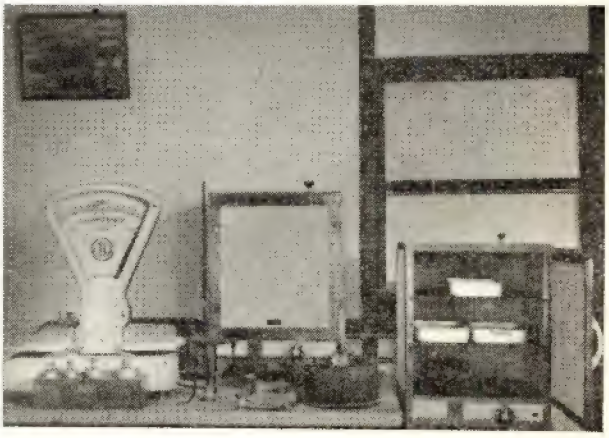


Fig. F – Material utilizado na execução dos provetes

Este tempo é suficiente para garantir a secagem necessária do material.

Não convém temperatura muito superior para o betume nem um tempo de aquecimento superior a uma hora pela alteração que este produto pode sofrer pela perda de algumas fracções voláteis, o que altera as propriedades do betume

empregado, introduzindo maiores causas de erro nos resultados dos ensaios além daquelas que será lícito admitir.

Numa outra estufa foram introduzidos o molde, o êmbolo de aço e o misturador, à temperatura de 100° C aproximadamente. Esta operação tem por fim evitar perda considerável de calor na fase da mistura dos elementos que vão constituir o nosso provete de betão betuminoso.

A colher misturadora é aquecida à parte num bico de Bunsen.

b) *Mistura* — O betume é o primeiro elemento a ser lançado no misturador. Deita-se a quantidade necessária de modo que, no misturador, fique a percentagem desejada em relação aos inertes. Em princípio fabricam-se três provetes para cada uma das seguintes percentagens: 4 %, 5 % e 6 %.

A mistura deve ser o mais homogénea possível e para que seja completa devem os inertes ser totalmente envolvidos pelo betume. Por ordem decrescente das dimensões dos inertes, deitou-se sobre o betume a brita, depois a areia e finalmente o filler.

Devo desde já esclarecer que, para assegurar uma mistura tanto mais homogénea quanto possível, o misturador foi colocado sobre a chama de um bico de Bunsen e o tempo de mistura nunca foi inferior a 3 minutos.

No estaleiro, a mistura pode ser mais perfeita que no laboratório, pois existem na prática betoneiras especiais que garantem a homogeneização do material e o completo envolvimento dos inertes pelo betume.

Nenhuma indicação encontrei nos livros consultados quanto à maneira de se fazer a mistura, simplesmente achei mais lógico começar pela brita e findar pelo filler, pois caso contrário o filler absorvia grande parte do betume e o envolvimento da brita pelo betume seria muito difícil. Num estudo prévio verifiquei a verdade dessa afirmação.

c) *Compactação* — Imediatamente após a mistura o betão betuminoso é introduzido dentro do molde cilíndrico de aço de 3 cm de espessura e à temperatura de 100° C (Fig. G).

Não deu resultado uma compactação prévia do material dentro do molde, pois era fácil observar a existência de extractos entre as camadas o que poderia vir influir nos resultados. Segui portanto critério diferente. Depois de lançadas duas colheres da mistura, a compactação e o ajuste, por assim dizer, dos materiais é feita com a própria colher, para diminuir assim os vazios. Cheio, o cilindro é levado para junto da máquina compressora.

Coloca-se na parte superior o êmbolo de aço, e esse conjunto é imediatamente sujeito à compressão.

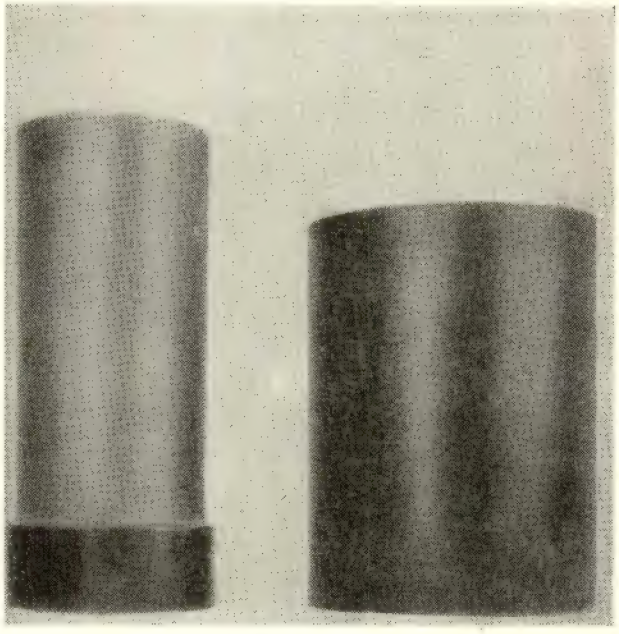


Fig. G — Molde e êmbolo utilizados na moldagem dos provetes

Procurámos que a carga fosse introduzida a pequena velocidade até atingir 15.000 kg. Pouco antes, nos 14.000 kg aproximadamente, quase que já não se observava nenhuma deformação do conteúdo do molde, o que vem corroborar as especificações americanas, que seguimos, e que determinam que o provete, na compactação, atinja 15 t e esteja sob esta carga durante um minuto a um minuto e meio aproximadamente.

A contracção do material observa-se pela penetração do êmbolo no molde.

O provete é desmoldado na mesma máquina donde sai ainda bastante quente e é arrefecido ao ar ambiente. Todos os ensaios foram realizados depois de um arrefecimento de 24 horas (Fig. H).

3) *Determinação da baridade dos provetes* — Considerámos, como se disse, séries de três provetes:

Série A .... 6 % — betume a 150° C
Série B ..... 5 % — betume a 150° C
Série C ..... 4 % — betume a 150° C
Série D ..... 4 % — betume a 200° C
Série E ..... 4 % — betume a 150° C (1 só provete)

A baridade dos provetes é, como se sabe, o quociente entre o peso e o volume, tendo-se determinado este a partir das suas dimensões exteriores.

Os resultados obtidos estão indicados no Quadro I.

4) *Ensaios dos provetes* — Na realização dos ensaios seguiu-se a técnica já indicada na alínea 3) da I Parte. Os resultados obtidos vão indicados no Quadro II.

A partir da fórmula

$$\sigma_1 = \frac{F}{S} + \sigma_2$$

Fig. H — Provete antes do ensaio

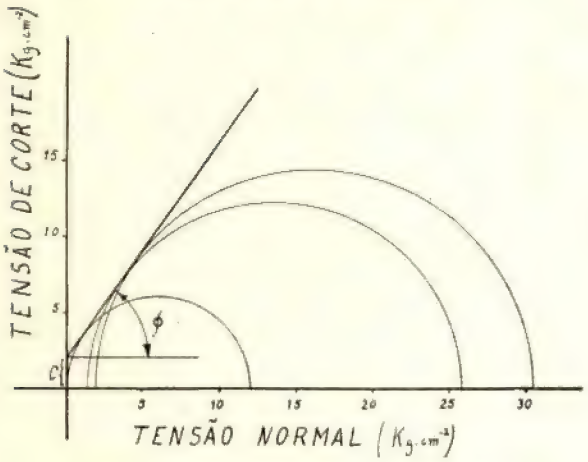
QUADRO I

Determinação da baridade dos provetes

Série S	N.° de provete	Peso (gr)	Diâmetro de base (cm)	Altura (cm)	Baridade ($gr.cm^{-3}$)	Média das baridades ($gr.cm^{-3}$)
A	A_1	2283	10,0	12,2	2,38	
$T_b = 6\%$	A_2	2350	10,0	12,5	2,40	2,38
	A_3	2397	10,0	12,8	2,38	
B	B_1	3394	10,0	18,7	2,30	
$T_b = 6\%$	B_2	3165	10,0	17,4	2,32	2,31
	B_3	3290	10,0	18,1	2,31	
C	C_1	2953	10,0	16,8	2,23	
$T_b = 6\%$	C_2	3172	10,0	17,9	2,26	2,25
	C_3	3189	10,0	18,0	2,25	
D	D_1	3096	10,0	17,5	2,25	
$T_b = 6\%$	D_2	3150	10,0	17,7	2,26	2,25
	D_3	3166	10,0	17,7	2,28	
E $T_b = 6\%$	E	3090	10,0	17,3	2,27	2,27

em que

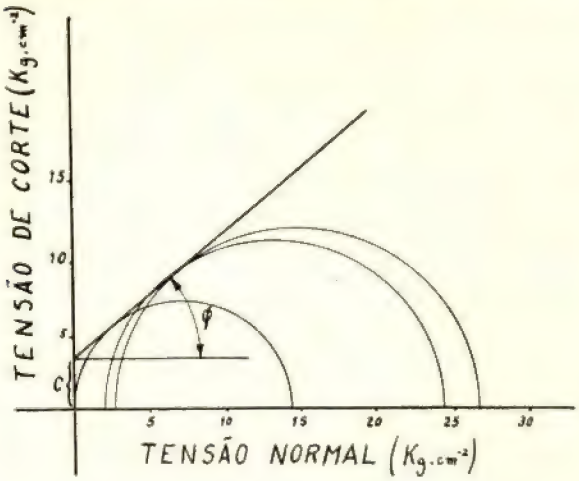
S = secção normal ao esforço principal (79,5 cm^2)
F = carga de rotura
σ_2 = tensão lateral introduzida
σ_1 = tensão principal máxima.



Ângulo de atrito interno $\phi = 55°$
Coesão . . . . . $C = 2$ Kg.cm^{-2}
Teor de betume . . . . $T_b = 6$ %

Fig. 2

Com valores do Quadro II e segundo a exposição da fig. 1 elaboraram-se as figs. 2, 3, 4 e 5.



Ângulo de atrito interno $\phi = 40°$
Coesão . . . . . $C = 3{,}5$ Kg.cm^{-2}
Teor de betume . . . . $T_b = 5$ %

Fig. 3

Observação

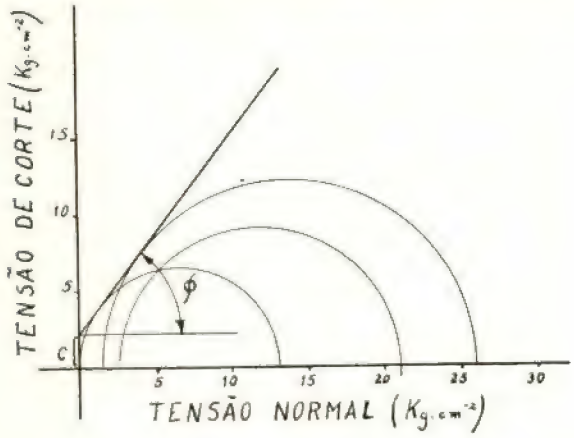
Pretendendo aumentar a pressão de ar para mais de 40 psi, deparei com várias dificuldades,

QUADRO II

Resultados dos ensaios de compressão triaxial

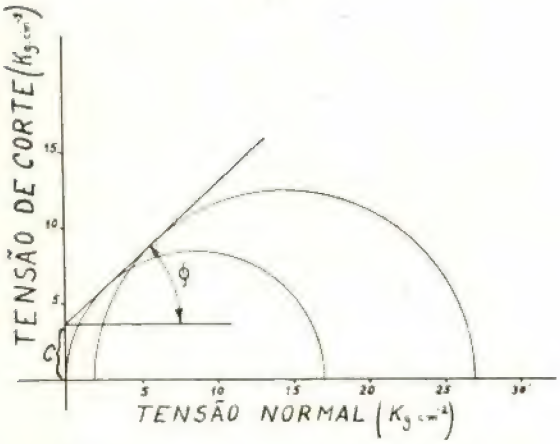
Teor de betume	Série S	Provetes	F (kg)	2 (psi)	2 (kg.cm⁻²)	1 (kg.cm⁻²)
6 %	A	A_1	930	0	0	11,92
		A_2	1945	17	1,195	25,90
		A_3	2730	28	1,961	30,30
5 %	B	B_1	1110	0	0	14,18
		B_2	1700	24	1,687	24,34
		B_3	1880	37	2,6	26,60
4 %	C	C_1	1040	0	0	13,25
		C_2	1935	24	1,627	26,28
		C_3	1420	39	2,75	20,85
4 %	D	D_1	1220	0	0	16,82
		D_2	1930	29,5	1,64	26,24
		D_3	1300	41	2,87	19,47
4 %	E	E	1600	40	2,6	23,2

pois não havia possibilidade de vedar as ligações do tubo de borracha às válvulas *a* e *A* e o próprio tubo não resistia com segurança àquela pressão. Das duas vezes que se conseguiu atingir os 40 psi, a carga vertical necessária para levar o provete



Ângulo de atrito interno $\phi = 51° \ 30'$
Coesão . . . . . $C = 25$ Kg.cm^{-2}
Teor de betume . . . . $T_b = 4$ % C

Fig. 4



Ângulo de atrito interno $\phi = 46° \ 30'$
Coesão . . . . . $C = 3$ Kg.cm^{-2}
Teor de betume . . . . $T_b = 4$ %

Fig. 5

à rotura diminuia, contra o que se esperava, pois maior pressão de cintura devia acarretar por sua vez maior resistência aos esforços verticais. Estes últimos valores (figs. 4 e 5) foram desprezados no traçado da tangente aos círculos de Mohr, pois estes resultados são falseados em virtude da pressão do ar σ_2, ser maior que a existente na ligação da manga de borracha aos pratos, o que permitia que o ar se introduzisse através dos poros do provete. O valor indicado no manómetro não é, portanto, o valor exacto da pressão lateral σ_2.

III PARTE

Confronto dos resultados dos ensaios com as especificações correntes

1) *Resumo dos resultados dos ensaios*—Do quadro I e das figs. 2, 3, 4 e 5 extraíram-se os seguintes valores:

Série A Baridade $\gamma = 2{,}38$ gr cm^{-3}
$\phi = 55°$
tang. $\phi = 1{,}42815$ $T_b = 6$ %
$c = 2$ kg cm^{-2} = 28,5 psi
(pound square inch)

Série B Baridade $\gamma = 2{,}31$ gr cm^{-3}
$\phi = 40°$
tang. $\phi = 0{,}83910$ $T_b = 5$ %
$c = 3{,}5$ kg cm^{-2} = 50,0 psi

Série C Baridade $\gamma = 2{,}25$ gr cm^{-3}
$\phi = 51° \ 30'$
tang. $\phi = 1{,}25717$ $T_b = 4$ %
$c = 2{,}5$ kg cm^{-2} = 35,6 psi

Série D Baridade $\gamma = 2{,}26$ gr cm^{-3}
$\phi = 46° \ 30'$
tang. $\phi = 1{,}05378$ $T_b = 4$ %
$c = 3{,}00$ kg cm^{-2} = 42,6 psi

Série E Baridade $\gamma = 2{,}27$ gr cm^{-3} $T_b - 4$ %

Com estes valores elaborámos as figs. 6, 7, 8 e 9.

2) *Conclusões*

a) Comparando os resultados com os de um relatório da Secção de Estradas e Aeródromos [1], em que se utiliza o mesmo material e mesma gra-

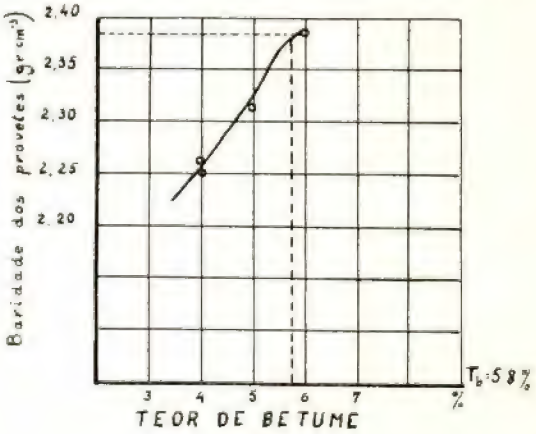


Fig. 6

nulometria, vemos que os números que exprimem o teor de betume, correspondentes à baridade e carga de rotura máxima, coincidem aproximadamente.

[1] Processo 147/11/51 de Outubro de 1952

Os ensaios referidos nesse relatório foram conduzidos por processos diferentes, em maior número, e não com o aparelho triaxial.

«O teor óptimo de betume» (pág. 6 do mesmo relatório) foi determinado e fixado em $T_b = 5{,}3$ %», resultado a que talvez se pudesse chegar mais ràpidamente observando a fig. 8.

Com efeito, a coesão máxima verifica-se para $T_b = 5{,}25$ %, teor óptimo de betume.

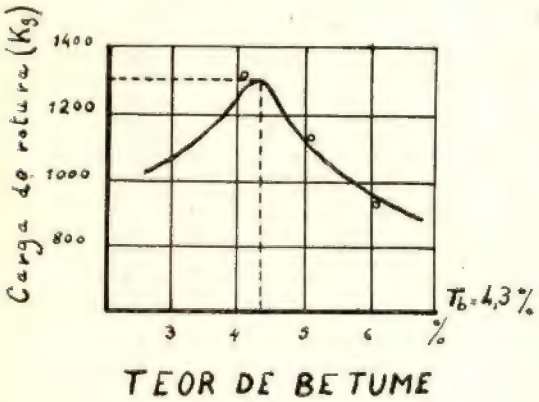


Fig. 7

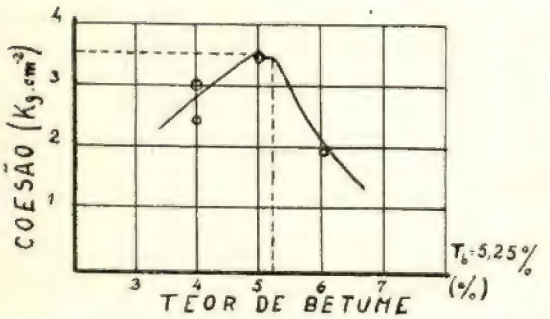


Fig. 8

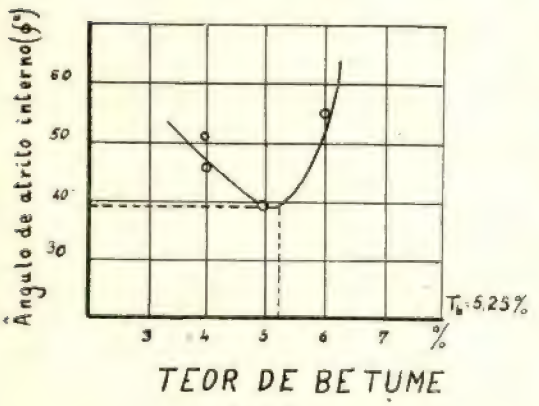


Fig. 9

Creio que o emprego do aparelho triaxial no estudo de misturas betuminosas merece ser considerado com maior profundidade, não só porque o comportamento do provete se aproxima mais do comportamento real do pavimento, como substitui, com vantagem, vários ensaios por um só.

b) Admitindo extrapolação possível ao gráfico da pág. 84, do «Manual on Hot Mix Asphaltic Concrete Paving» que traz prescrições para pavimentos de estradas, (com cargas menores, portanto), construimos o gráfico da fig. 10.

Como se vê qualquer dos quatro pontos correspondentes aos teores de betume de 6 %, 5 % e 4 % está na zona de misturas satisfatórias, a composição de inerte e ligante é boa, e, portanto, o pavimento oferece condições de estabilidade.

Nota (I):

Qualquer ponto na zona escura A indicaria falta de atrito interno, convindo reduzir a percentagem do elemento ligante; na zona escura B indicaria ausência de coesão suficiente e, ou se reduz o teor de betume, ou se aumenta a quantidade de inertes, sobretudo, fillers; na zona C indicaria ausência de coesão e de atrito interno, o que é característico do emprego de calhaus rolados na brita. Neste caso, deve ser abandonado o seu emprego, a não ser que se consiga misturar brita de outras pedreiras e aumentar a percentagem de finos.

3) *Causas de erro* — Além das já indicadas, devemos atender ainda ao seguinte:

1.° — O provete não é homogéneo.

2.° — Os valores lidos não correspondem aos valores reais dos planos de rutura.

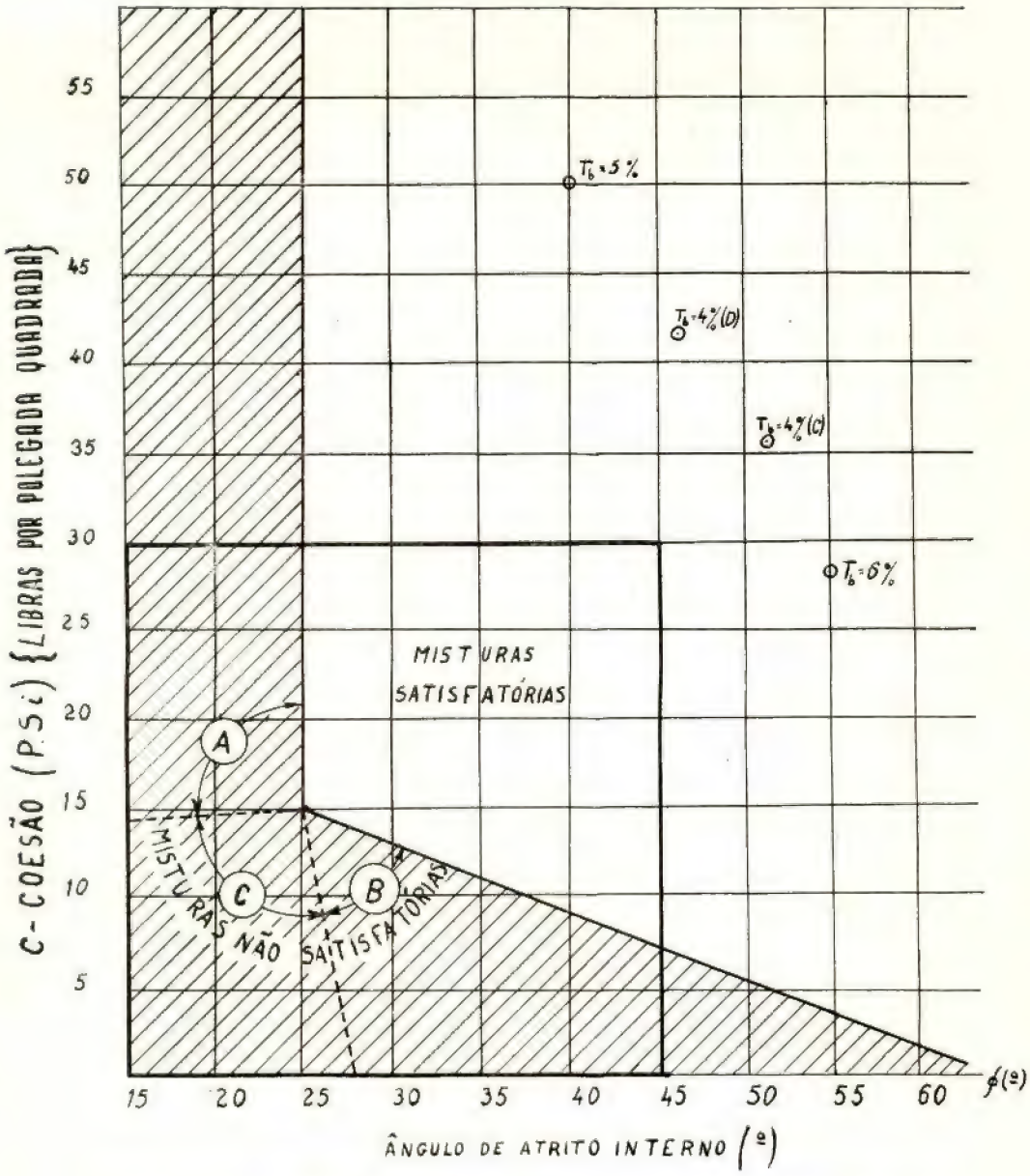
3.° — A secção transversal não é uniforme em todo o comprimento do provete durante os ensaios.

4.° — Dificuldade de manter a temperatura constante durante alguns ensaios.

5.° — O aquecimento exagerado do betume a temperatura próxima ou superior a 150° pode alterar a composição do betume pela perda de matérias voláteis.

Nota (II):

Devido ao pequeno número de ensaios realizados, o traçado das curvas dos gráf. 6, 7, 8 e 9 só foi possível, seguindo o andamento das curvas insertas no Processo 147-11-51 de Outubro de 1952.



Sistema fechado para avaliação dos ensaios de compressão triaxial com betão asfáltico

Fig. 10

Bibliografia

LAMBE, T. W. «Soil Testing for Engineers», New York, 1951, John Wiley & Sons, In.

BROMME, D. C., «The Testing of Bituminous Mixtures», London, 1949, Edward Arnold & Cº.

«Manual on Hot-Mix Asphaltic Concrete», New York, The Asfalt Institute.

MC LEOD, W. W., «Airport Runway Evaluation in Canada», Ottawa, 1947, Department of Transport.

TERZAGHI, K. e R. B. Peck, «Soil Mechanics in Engineering Practice», New York, 1948, John Wiley & Sons, Inc.

DO MUNDO TÉCNICO

C. D. 621.34:621.912.1

Comando eléctrico de limadores de mesa móvel

O comando eléctrico dos limadores deve satisfazer às condições essenciais seguintes:

1.ª — A velocidade de trabalho deve poder ser modificada progressivamente entre largos limites e manter-se constante, quaisquer que sejam as variações da carga.

2.ª — A inversão do sentido de deslocamento da mesa móvel deve fazer-se tão ràpidamente quanto possível, sem pancada e sempre no mesmo sítio para uma velocidade dada.

Estas exigências põem interessantes problemas, que vamos examinar.

1 — Evolução do comando principal

O problema consiste, em princípio, em transformar o movimento de rotação do motor, num deslocamento rectilínio alternado da mesa móvel do limador. Antigamente, utilizava-se um motor asíncrono, que rodava a uma velocidade constante, sempre no mesmo sentido, e que atacava o limador alternadamente por intermédio duma correia cruzada. Conclui-se que uma tal inversão era relativamente lenta e que a velocidade da mesa móvel era fraca, porque as massas em movimento deviam de cada vez ser sustidas por uma travagem ruidosa e pouco segura da correia. Um notável melhoramento foi em seguida realizado com o emprego de acoplamentos mecânicos ou magnéticos de inversões alternadas; sendo relativamente pouco onerosos, estes dispositivos continuam a ser por vezes utilizados para os pequenos limadores.

O comando torna-se muito mais simples, desde que não exija dispositivos de inversão mecânica, como é o caso dos comandos exclusivamente eléctricos de inversão rápida. A inversão do sentido de deslocamento da mesa móvel é obtida duma maneira muito segura pela mudança do próprio sentido de rotação do motor, que ataca directamente a mesa por um redutor de velocidade de engrenagens. Para satisfazer simultâneamente à exigência duma regulação progressiva da velocidade de rotação, adoptou-se como motor de arrastamento do limador uma máquina de corrente contínua, que basta alimentar duma maneira apropriada.

Em virtude da grande extensão de regulação exigida, indo de 1:6 a 1:12, e dos picos de corrente consideráveis que se produzem na inversão num tempo extremamente curto de 0,7 a 1 s., foi-se para a utilização das variantes da montagem Leonard, onde o motor do limador é alimentado por um grupo conversor trifásico-contínuo especial. As diferentes empresas que têm participado nesta evolução têm naturalmente seguido os seus próprios caminhos, de sorte que existe actualmente toda uma série de excelentes comandos de limadores, que satisfazem às exigências, mas diferentes nos detalhes.

Antes de passarmos à descrição dum comando moderno deste género, devemos assinalar a aparição recente de dispositivos de comando puramente electrónicos para os motores de limadores de corrente contínua. Neste caso, o grupo conversor rotativo é substituído por um rectificador (tiratrão, rectificador polianódico, ignitrão) que transforma igualmente a corrente alternada da rede numa corrente contínua, de tensão regulável. Se se pretende evitar a presença de interruptores no circuito principal, é preciso em princípio prever um rectificador individual para cada sentido de rotação. Estas instalações são ainda demasiado recentes para que se possa saber se elas serão capazes de funcionar com uma segurança suficiente em condições de serviço tão severas. Por outro lado, este sistema é certamente tão caro como o emprego dum grupo conversor rotativo, sobretudo para as grandes potências.

2 — Comando Leonard simples

A fim de melhor fazer compreender o princípio de funcionamento dum comando moderno de limador,

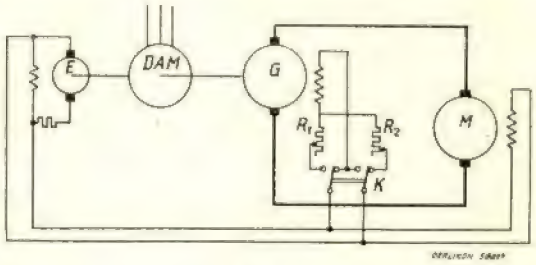


Fig. 1

Esquema dum comando Leonard simples de limador

DAM — Motor trifásico do grupo Leonard
E — Excitatriz de corrente contínua
G — Geradora Leonard
M — Motor do limador
R_1, R_2 — Reóstatos de regulação de velocidade do limador e da velocidade de retorno da mesa
K — inversor

descreveremos entretanto brevemente o comando Leonard clássico, cujo esquema é indicado na fig. 1. Este comando compõe-se dum grupo conversor (motor tri-

fásico, excitratriz e geradora Leonard) e do motor de arrastamento do limador, alimentado directamente pela geradora. A excitatriz fornece a excitação constante para o motor do limador, bem como a excitação regulável para a geradora Leonard. A inversão do sentido de rotação do motor do limador obtém-se então simplesmente pela inversão da polaridade da sua tensão rotórica. A fim de não haver dificuldades com grandes potências de corte, a inversão da polaridade não se faz por meio dum comutador no circuito rotórico, mas no circuito de excitação da geradora, o que é uma vantagem essencial da montagem Leonard. Basta então comutar a corrente de excitação relativamente fraca da geradora G, com a ajuda do inversor K. Além disso, a regulação da velocidade de rotação do motor do limador faz-se no circuito de excitação da geradora, independentemente para os dois sentidos de rotação, pelos reóstatos R_1 e R_2.

Este dispositivo de comando satisfaz já às exigências duma simples inversão do sentido de rotação e duma regulação progressiva da velocidade de arrastamento do limador. Oferece entretanto o grave inconveniente duma demasiado longa duração da inversão, que pode atingir vários segundos. Ela deve-se à inércia eléctrica e mecânica, que se pode exprimir matemàticamente pela constante de tempo eléctrica T_1 do enrolamento de excitação da geradora Leonard e pela constante de tempo mecânica T_m do motor do limador e das massas que lhe estão ligadas. O cálculo do processo de inversão indicado no fim para uma tal montagem mostra nitidamente a influência destas constantes. A duração da inversão depende principalmente da constante de tempo de excitação T_1, porque a constante de tempo mecânica T_m é geralmente muito mais pequena que T_1. Em casos deste género, a duração da inversão é de 3,2 a 4 vezes a constante de tempo T_1.

Como se sabe há tempo, um motor de corrente contínua pode ser ligado sem perigo directamente à plena tensão rotórica, sem resistências de arranque intermediárias, desde que a rede o permita. Da mesma maneira, não se produzem picos de tensão excessivos no circuito rotórico do motor do limador, mesmo durante uma brusca inversão da excitação da geradora Leonard. Estes picos atingem 0,8 a 1,2 vezes a intensidade nominal. Podem ser amortecidos pela indutância do induzido do motor do limador e pela constante T_1 que depende numa larga medida da grandeza da geradora. A constante de tempo natural (sem as resistências adicionais no circuito de excitação) é, por exemplo, de cerca de 0,4 s para uma potência da geradora de 20 kW, ou de cerca de 1 s para uma potência de 100 kW. Para comandos de limadores de potência inferior a 20 kW, que não põem exigências muito severas à rapidez de inversão, pode-se então utilizar muito bem a simples disposição da fig. 1, sobretudo desde que a constante T_1 possa por outro lado ser reduzida, aumentando a resistência no circuito de excitação da geradora. Pelo contrário, para os comandos exigindo potências superiores a 20 kW, é necessário recorrer a artifícios especiais.

3 — Funcionamento dum comando de inversão rápida

Para obter uma curta duração de inversão (0,8 a 1 s) no caso de comandos potentes, não é suficiente aumentar as resistências do circuito de excitação da geradora. Estas resistências adicionais consumiriam uma potência importante e reduziriam fortemente o rendimento. Dispõe-se felizmente dum outro meio para levar tão ràpidamente quanto possível a tensão rotórica da geradora Leonard ao valor estacionário pretendido. Trata-se duma sobre-excitação de curta duração, que consiste em aumentar durante um curto-instante a tensão de excitação de 2 a 3 vezes o valor nominal. O funcionamento desta sobre-excitação pode ser explicado com a ajuda da fig. 2, onde a variação da corrente de excitação I é indicada em função do tempo t, desde que o enrolamento de excitação da geradora seja ligado a uma tensão contínua constante, no instante t = 0. A corrente de excitação varia segundo a função exponencial bem conhecida:

$$I = I_1 (1 - e^{-\frac{t}{T_1}})$$

onde I_1 é o valor final estacionário da corrente de excitação e T_1 a constante de tempo do circuito de excitação. No instante $t_1 = 3\ T_1$, a corrente I atinge cerca de 95 % do valor final I_1. Se, no princípio, o enrolamento é ligado a uma tensão mais elevada, que dará lugar a uma corrente dum valor final estacionário I_2, a corrente aumentará segundo a curva b, para uma mesma constante de tempo T_1. Neste caso, o valor de 95 % de I_1 será atingido no espaço de tempo muito mais curto t_2. Como não se deseja atingir um valor estacionário I_2, mas um valor I_1, haverá que baixar a tensão de excitação, no instante t_2, a um valor correspondente a esta corrente I_1. Obtém-se desta maneira, pela variação da corrente em caso de sobre-excitação de curta duração, a curva c da fig. 2. A relação entre o valor da sobre-excitação e a relação dos tempos até

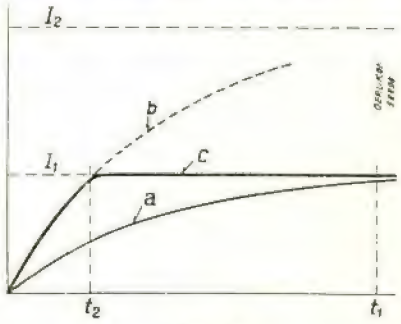


Fig. 2

Princípio da sobre-excitação

curva a — Aumento da corrente de excitação, na excitação normal
curva b — Aumento da corrente de excitação, na sobre-excitação
curva c — Variação da corrente de excitação, na sobre-excitação de curta duração

que sejam atingidas os 95 % do valor final estacionário da corrente é dada pela expressão:

$$\frac{t_2}{t_1} = 0{,}77 \log. \frac{I_2}{I_2 - 0{,}95\, I_1}$$

Se se escolhe, por exemplo, $I_2 = 2I_1$, o tempo t_2 reduz-se a $t_2 = 0{,}21\ t_1$, quer dizer cerca de 5 vezes menos o tempo que seria necessário ao aumento da corrente sem a sobre-excitação. Vê-se então nìtidamente que a duração da inversão dum comando de limador pode ser consideràvelmente reduzido por uma tal sobre-excitação.

Um dos principais problemas que põe o estabelecimento dum bom comando de limador é o da montagem eléctrica destinada a obter uma curta sobre-excitação da geradora Leonard para a inversão do sentido de rotação do motor do limador. Os Atelieres de Construccion Oerlikon utilizam para este fim uma geradora auxiliar especial, cuja tensão é comandada por três enrolamentos de excitação separados. O princípio da montagem do conjunto do comando está indicado na fig. 3. O grupo conversor compõe-se dum motor trifásico, duma geradora Leonard e de duas excitatrizes. A geradora Leonard é directamente ligada (sem comutador) ao induzido do motor do limador A fim de

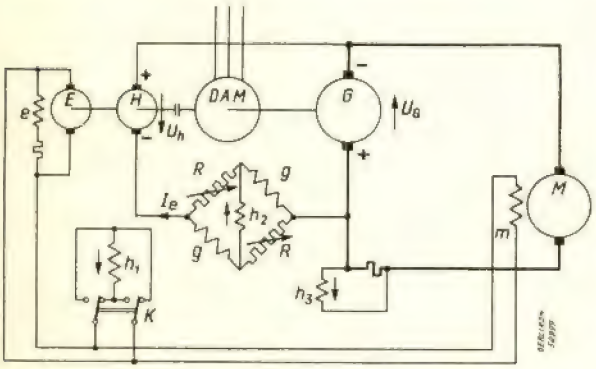


Fig. 3

Princípio da montagem da inversão rápida Oerlikon

DAM — Motor trifásico do grupo Leonard
G — Geradora Leonard
M — Motor do limador
E — Excitatriz de corrente contínua
H — Geradora auxiliar
e, g, h, m — Enrolamentos de excitação das máquinas E, G, H, M
R — Reóstatos de regulação da velocidade de rotação do motor do limador
K — inversor

que as duas excitatrizes conservem modestas dimensões e que as constantes de tempo dos seus campos sejam tão pequenas quanto possível, elas são acopladas por meio dum jogo de engrenagens e rodam duas vezes mais depressa que a geradora Leonard.

É a variação da corrente no enrolamento de excitação g da geradora G que importa para a inversão rápida. Este enrolamento está dividido em duas partes iguais, dispostas em ponte com dois reóstatos idênticos, por razões que serão explicadas mais tarde. Entretanto, será ocasião de descrever brevemente a excitatriz auxiliar H O seu primeiro enrolamento de excitação h_1 é ligado, pelo inversor k, à tensão contínua fixa da excitatriz E. Uma comutação desta excitação fundamental origina a inversão do sentido de rotação do motor do limador. O inversor k é o único elemento da montagem que deve ser accionado durante o funcionamento contínuo do limador, o que é muito importante para o trabalho. Um segundo enrolamento de excitação h_2, cujo campo se opõe ao do enrolamento h_1 no estado estacionário (contra-excitação), é ligado a uma das diagonais da ponte em questão e serve para comandar convenientemente a sobre-excitação. Finalmente, o enrolamento de excitação h_3 serve para a compoundagem do comando nas variações de carga. É alimentado por um shunt no circuito rotórico do motor do limador.

O funcionamento do conjunto da montagem de inversão rápida resulta da interacção dos diversos enrolamentos de excitação, como se segue: a excitatriz auxiliar H é ligada de tal maneira que a sua tensão U_H, no estado estacionário, se soma à tensão U_H é sempre maior que U_G, qualquer que seja a velocidade do limador. Sempre que a excitação h_1 sofra uma inversão de polaridade com o fim de inverter o sentido de deslocamento da mesa do limador, o seu efeito magnético actua então no mesmo sentido que o da contra-excitação h_2. A excitatriz H fornece então em muito pouco tempo uma tensão $-U_H$ que é oposta a U_G e a ultrapassa. Em consequência disto, a corrente de excitação I_e começa igualmente a circular no outro sentido. A montagem em ponte dos enrolamentos de excitação g e dos reóstatos R tem então por missão fazer circular a corrente no enrolamento de contra-excitação h_2 tanto tempo quanto possível no seu sentido inicial, apesar da inversão de I_e, quer dizer que a magnetização continua no mesmo sentido que a de h_1, a fim de se obter a sobre-excitação pretendida da excitatriz auxiliar H e por consequência igualmente a da geradora G. Para este objectivo, as resistências indutivas g e as resistências óhmicas R são ajustadas de tal maneira que no princípio do processo de inversão, quer dizer durante as variações rápidas da corrente de excitação, as resistências indutivas ultrapassam as resistências óhmicas e que esta relação não muda senão no meio do processo de inversão.

A sobre-excitação diminui logo que o enrolamento h_2 começa a agir como contra-excitação. O oscilograma, fig 4, mostra as variações das grandezas U_H, $U_H + U_G$ e I_e, durante o processo de inversão. A corrente de excitação I_e, do mesmo modo que a tensão da geração Leonard U_G, têm já atingido ao fim de cerca de 0,6 s o seu valor estacionário, o que equivale a uma duração de inversão muito curta de 0,8 s para o motor do limador. A diferença entre os valores finais da tensão $U_H + U_G$, visível sobre o oscilograma da fig. 4, antes e depois da inversão, 86 e 49 V respectivamente, dão lugar a velocidades da mesa propositadamente diferentes, para os movimentos de retorno e avanço do limador. Isto obtém-se devido ao facto dos reóstatos R (fig. 3), possuirem dois contactos de deslisamento independentes um do outro, que são alternadamente ligados por outros contactos do inversor k, a cada inversão do sentido de deslocamento. Esta disposição permite obter uma inversão absolutamente sem choque e

sem sobre-intensidades perigosas no circuito Leonard, apesar da sua grande rapidez, o que é particularmente importante para poupar os colectores da geradora e do motor do limador.

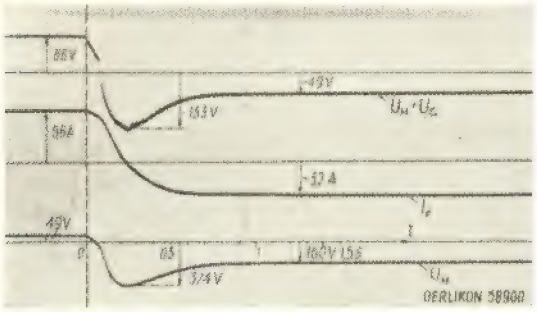


Fig. 4

Variação da sobre-excitação da geradora Leonard e da tensão da geradora auxiliar

$U_H + U_G$ — Tensão de excitação da geradora Leonard
I_e — Corrente de excitação da geradora Leonard
U_H — Tensão rotórica da geradora auxiliar

4 — Cálculo do processo de inversão no caso dum comando simples Leonard

A montagem considerada para o cálculo é a que indica a fig. 5 O induzido da geradora Leonard, (cujo motor não é indicado) é ligado directamente ao do motor do limador, cuja excitação se admite ter um valor fixo, que se mantém constante durante o pro-

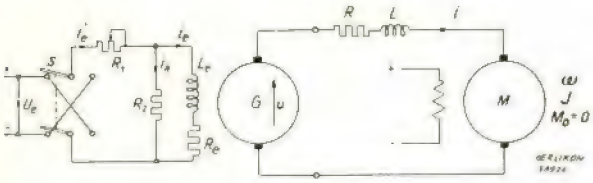


Fig. 5

Montagem para o cálculo do processo de inversão

M — Motor do limador G — Geradora Leonard

cesso de inversão. O circuito geradora-motor apresenta a resistência total R e a indutância total L, grandezas que são consideradas como sendo concentradas num único ponto. O enrolamento de excitação da geradora G apresenta uma indutância L_e e uma resistência R_e. Uma resistência R_2 é ligada em paralelo com este enrolamento, no sentido de facilitar o corte da corrente de excitação i'_e com o inversor S, reduzindo a sobretensão de rotura. Finalmente, a intensidade da corrente de excitação i_e é regulada com a ajuda do reóstato R_1.

A corrente de excitação i_e produz na geradora G uma tensão u. Para maior simplicidade, admitiremos que estas duas grandezas são proporcionais durante todo o processo de inversão. Desprezamos então a saturação e admitimos que a velocidade da geradora G se mantém constante. Nestas condições, a variação da corrente de excitação i_e durante a inversão corresponde à curva de variação da tensão aos terminais da geradora.

A comutação da excitação da geradora com a ajuda do comutador k compõe-se de duas partes: o circuito de excitação é primeiro desligado da fonte de corrente, depois é tornado a ligar com a outra polaridade. Para um cálculo preciso, seria necessário considerar as duas fases separadamente. A inversão é todavia tão rápida (cerca de 0,1 s) que é suficiente proceder aos cálculos como se ela se fizesse duma só vez. Por outro lado, a duração da inversão não pode nunca ser determinada com precisão.

Segundo os dados do circuito de excitação, a variação da corrente de excitacão calcula-se segundo a equação:

$$i_e = i_{e2} - (i_{e2} - i_{e1})\, e^{-\frac{t}{T}}$$

em que:

$$i_{e1} = -\frac{U_e\,(R_2 + R_e)}{R_{1_1}\,(R_2 + R_e) + R_2\,R_e}$$

$$i_{e2} = +\frac{U_e\,(R_2 + R_e)}{R_{1_2}\,(R_2 + R_e) + R_2\,R_e}$$

e a constante de tempo:

$$T = \frac{L\,(R_{1_2} + R_2)}{R_{1_2}\,(R_2 + R_e) + R_2\,R_e}$$

Os valores i_{e1}, R_{1_1} e i_{e2}, R_{1_2} dizem respeito à corrente de excitação estacionária e à resistência do reóstato, antes e depois da inversão, respectivamente. É evidentemente a constante de tempo T que tem a maior influência sobre a duração do processo de inversão. Para obter uma inversão rápida, os polos da geradora G devem necessàriamente ser folhetados, a fim de que a indutância L_e se torne pequena. Com polos maciços, no caso duma máquina de 20 kW por exemplo, ter-se-á já uma constante de tempo do campo magnético de 0,3 s., para o enrolamento de excitação aberto, quer dizer ùnicamente pela passagem das correntes de Foucault nos polos.

Dito isto, podemos pôr as equações seguintes para o cálculo das variações da corrente e da velocidade de rotação do motor do limador:

$$i\,R + L\,\frac{di}{dt} + k\,\omega = u\,(t)$$

$$J\,\frac{d\omega}{dt} = k\,.\,i$$

em que

R é a resistência total do circuito rotórico

$\omega = \frac{\pi\,n}{30}$ a velocidade angular do motor

BIBLIOTECA

REFERÊNCIAS SOBRE LIVROS RECEBIDOS

C. D. 621.397

«Television Engineering — Principles and Practice», por *S. W. Amos* e *D. C. Birkinshaw*. Editor Iliffe & Sons, Ltd., Londres (1953). Publicado por Wireless World. Preço 30 s. net, págs. 302.

Este livro é o primeiro volume duma série sobre televisão, escrita por membros do Departamento de Treinamento da BBC de Londres. É um trabalho que pretende constituir uma «fonte acessível» de conhecimentos básicos sobre transmissão e recepção em televisão.

Neste primeiro volume os autores descrevem, sem considerações de carácter matemático, que foram propositadamente evitados como se diz na apresentação do livro, os princípios de funcionamento, as válvulas utilizadas na BBC, e fazem, em seguida, uma exposição sobre óptica electrónica e sua aplicação à televisão.

Em apêndice, são estudados matemàticamente alguns dos fenómenos anteriormente referidos no decorrer do texto.

Julgamos este livro particularmente indicado para quem se pretenda iniciar no assunto em referência, pois a obra serve excelentemente como expositor claro dos princípios básicos de televisão.

C. D. 621.396.67

«Dielectric Aerials», por *D. G. Kiely*. Edição de Methuen & Co. Ltd. (London) e John Wiley & Sons (New York), 1952. Preço 8s. 6d. net, págs. 131.

Este livro faz parte da Série «Methuen's Monographs on Physical Subjects» destinada a estudantes universitários e post-universitários que pretende definir as modernas situações dos vários assuntos tratados, por exposições de autores que estão empenhados na investigação dos campos de que se ocupam.

É um livro com excelente desenvolvimento matemático, que trata ao longo das suas 131 páginas dos vários tipos de antenas dieléctricas.

Livro para quem se dedicar ao ramo possuir e estudar.

FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

Carlos Nogueira Martins, Fernando Eduardo Rebelo Simões, João Pedro Antunes Gomes e João Armando Costa Marques.

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por C. D. *(classificação decimal)*.

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina com 75 × 125 mm..

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita*, independentemente do número de algarismos que o índice contiver.

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T..

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro de Classificação Decimal.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. 532.542.1

The adiabatic flow of evaporating fluids in pipes of uniform bore — *David L. Linning*.

Institution of Mechanical Engineers, vol. 1, págs. 10.

C. D. 533.6.014

Fundamental Dynamics of reaction-powered space vehicles — *L. N. Thompson*.

Institution of Mechanical Engineers, vol 1, págs. 12

$J = \frac{PD^2}{4}$ o momento de inércia do induzido do motor e, por consequência, das massas que lhe estão ligadas.

$k = \frac{U_1}{\omega_1} = \frac{U_2}{\omega_2}$ uma constante que não depende senão da excitação do motor.

O binário antagonista em vazio M_0 do motor do limador é desprezado, por ser muito pequeno. A tensão u (t) devendo ser proporcional à corrente de excitação i_e, como admitimos precedentemente, pode-se calcular segundo a equação:

$$u(t) = k_e\, i_e = k_e \left[i_{e_2} - (i_{e_2} - i_{e_1})\, e^{-\frac{t}{T}} \right]$$

$$u(t) = U_2 - (U_2 - U_1)\, e^{-\frac{t}{T}}$$

Depois de alguns cálculos intermediários, obtém-se finalmente para a corrente rotórica i e a velocidade angular ω do motor do limador as equações seguintes:

$$i = k_1\, e^{p_1 t} + k_2\, e^{p_2 t} + k_3\, e^{p_3 t}$$

com

$$k_n = \frac{J(U_2 - U_1)}{A\, p_n^2 + B\, p_n + C}$$

e

$$\omega = \omega_2 + k'_1\, e^{p_1 t} + k'_2\, e^{p_2 t} + k'_3\, e^{p_3 t}$$

com

$$k'_n = k_n \frac{k}{p_n \cdot J}$$

Podem-se então calcular as constantes com a ajuda das equações:

$$A = 3\, J\, L\, T$$

$$B = 2\,(J\, R\, T + J\, L) \qquad p_1 = -\frac{1}{T}$$

$$C = T\, k^2 + J\, R \qquad p_2, p_3 = -\frac{R}{2\, L^2} \pm \sqrt{\frac{R^2}{4\, L} - \frac{k^2}{J\, L}}$$

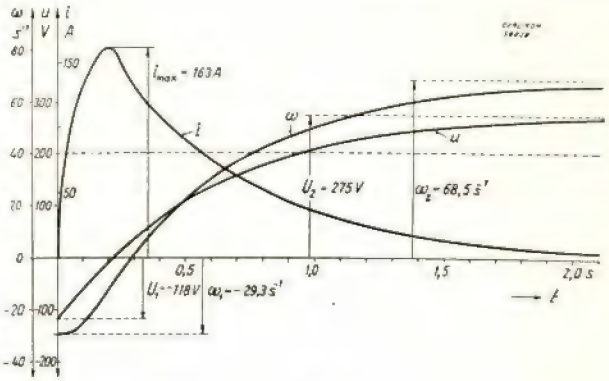


Fig. 6

Variação calculada da tensão induzida da geradora Leonard u, da corrente rotórica i e da velocidade angular ω do motor do limador, durante o processo de inversão com uma montagem Leonard simples. Duração de inversão t_r = 1,85 s.

As curvas calculadas para u (t), i (t) e ω (t) segundo estas equações são representadas na fig. 6, para um motor de 50 CV, 800 r. p. m., 337 V, 325 A, PD^2 total 17 kgm².

(Extraído do artigo de Hch. Lutz, publicado no «Bulletin Oerlikon», n.º 299, Agosto de 1953).

C. D. 533.6.651.5

Wind tunnel investigatious on rotating blades of aerofoilsection — *K. H. Khalil.*

Institution of Mechanical Engineers, vol. 1, págs. 10

C. D. 534.2

The vibration of rectangular plates — *G B. Warburton.*

Institution of Mechanical Engineers, vol. 1, págs. 12.

C. D. 534.2 : 629.113

Noise in private cars — *J. R. Bristow.*

Institution of Mechanical Engineers, 15-4-952, págs. 8.

C. D. 534.231 : 621.436

The measurement and interpretation of machinery noise whith special reference to oil engines — *C. H. Bradbury.*

Institution of Mechanical Engineers, 7-12-951, págs. 8.

C. D. 536.244

Heat transfer by convection from a hot gas jet to a plane surface — *K. P. Perry.*

Institution of Mechanical Engineers, vol. 1, págs. 8.

C. D. 536.6.081

The Heat unit — *Ezer Griffiths.*

The Institution of Mechanical Engineers, 31-4-951, vol. 1, págs. 4.

C. D. 62.001.4/5 + 002

The impact of development and research on production and design — *L. H. Leedham.*

Institution of Mechanical Engineers, 19-2-954, vol. 1, págs. 8.

C. D. 621.43-33

An analytical approach to automobile valve gear design — *J. L. H. Bishop.*

Institution of Mechanical Engineers, vol. 1, págs. 10.

C. D. 621/82

Functions of materials in bearing operation — *P. P. Love, P. G. Forrester e A. E. Burke.*

Institution of Mechanical Engineers, 8-12-953, vol. 1, págs. 8.

C. D. 621.133.3

The design of tube plates in heat exchangers — *K. A. G. Miller.*

The Institution of Mechanical Engineers, 20-8-952, vol. 1, págs. 15.

C. D. 621.165.23

Improvements in thermal efficiencies with siglestage reheaking at high steam pressures and temperatures — *J. C. London, B. Sc., A. M. I. Hech. E.*

The Institution of Mechanical Engineers, 8-9-952, págs. 12.

C. D. 621.175

An investigation into the condensation of steam — *H. Hampson e N. Ozisik.*

The Institution of Mechanical Engineers, 8-12-952, vol. 2, págs. 14.

C. D. 621.181.7

Design and operation of a large heat transfer installation — *N. Brearley.*

The Institution of Mechanical Engineers, 25-7-952, vol. 1, págs. 10.

C. D. 621-233.13 : 614.83

Explosions in enclosed crankcases of reciprocating engines: their cause, effect, and possible remedy — *John Lamb.*

Institution of Mechanical Engineers, 25-4-952, págs. 10.

C. D. 621.242.3.001.4

Component losses in Kaplan turbines and the prediction of efficiency from model tests — *S. P. Hutton.*

Institution of Mechanical Engineers, vol. 1, págs. 12.

C. D. 621.434

The performance and weight of automobile petrol engines — *Donald Bastow.*

Institution of Mechanical Engineers, 30-4-951, págs. 8.

C. D. 621.434 : 621.43.019.8

Factors affecting the utilization of antiknock quality in automobile engines — *J. D. Davis.*

Institution of Mechanical Engineers, 22-2-952, págs. 12.

C. D. 621.436.001.4

Experiences during twenty years of oil engine development — *C. B. Dicksee.*

Institution of Mechanical Engineers, 9-10-951, págs. 10.

C. D. 621.646.2.001.57

Some model experiments on special control valves — *D. Firth e Leslie Young.*

Institution of Mechanical Engineers, 29-1-954, vol. 1, págs. 16.

C. D. 621.831

Gear-tooth stresses and rating formudal — *H. E. Merritt.*

The Institution of Mechanical Engineers, 25-4-952, vol. 1, págs. 12.

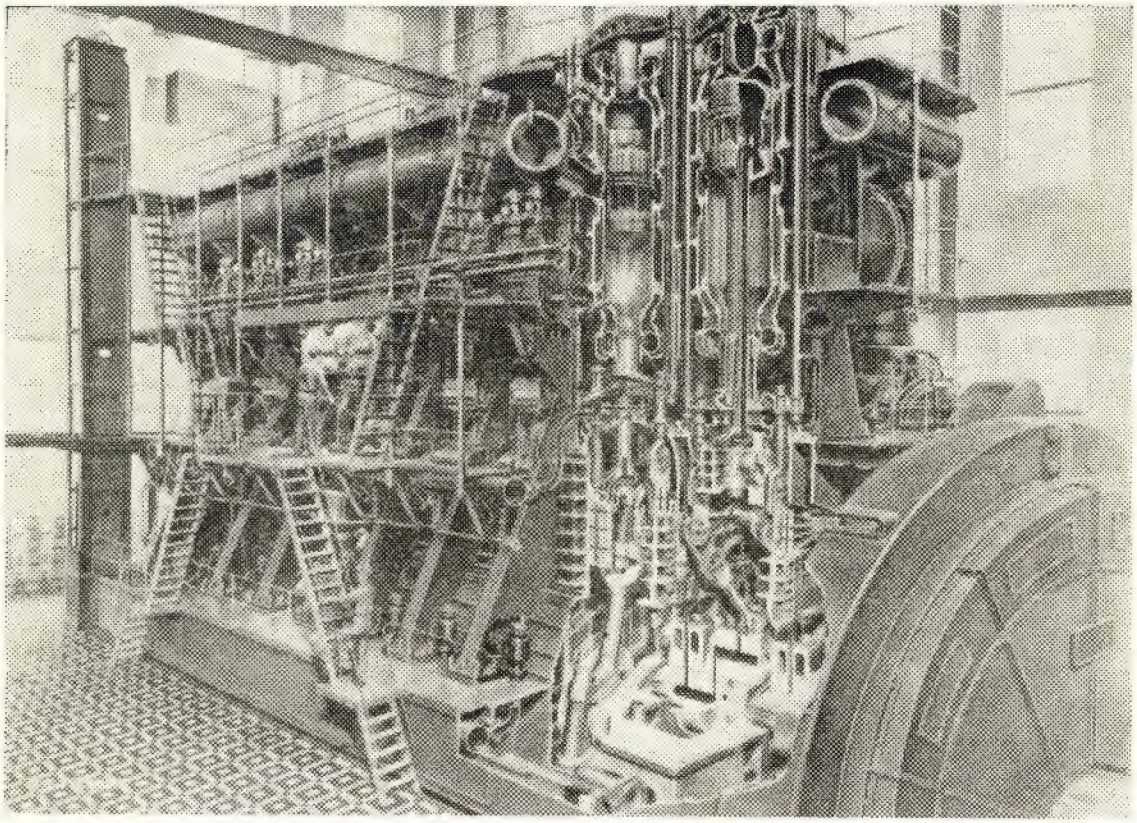
C. D. 621.822-213.4

Rotary and Oscillating seals; Reciprocating seals — *T. E. Beacham; F. H. Towler.*

The Institution of Mechanical Engineers, 30-4-949, vol 1, págs. 10.

O MAIOR DIESEL DO MUNDO

ESTÁ AO CUIDADO DO MELHOR SERVIÇO DE LUBRIFICAÇÃO DO MUNDO



Para chegar à parte superior deste gigante, existe um elevador ou tem V. Ex.ª que subir 3 lanços de escada. Trata-se do maior Diesel do mundo, construido por Burmeister & Wain.

Altura 12 metros, e 24 metros de comprido, incluindo o gerador Tem 8 cilindros com cerca de 1 metro de diametro e 1,77 de curso do embolo... Potência 22.500 cavalos, produzindo 15.000 Kw.

Para proteger estes titanicos cilindros e embolos, escolheu-se um dos famosos óleos Gargoyle D. T. E. para motores Diesel.

Este mesmo tipo de Lubrificação Racional encontra-se à sua disposição, quer para motores de fábricas e centrais, quer para qualquer outro maquinismo, a fim de garantir o máximo rendimento com a menor despesa. Basta comunicar com a Secção Técnica da Socony Vacuum.

GARGOYLE

SOCONY-VACUUM PORTUGUESA

2512

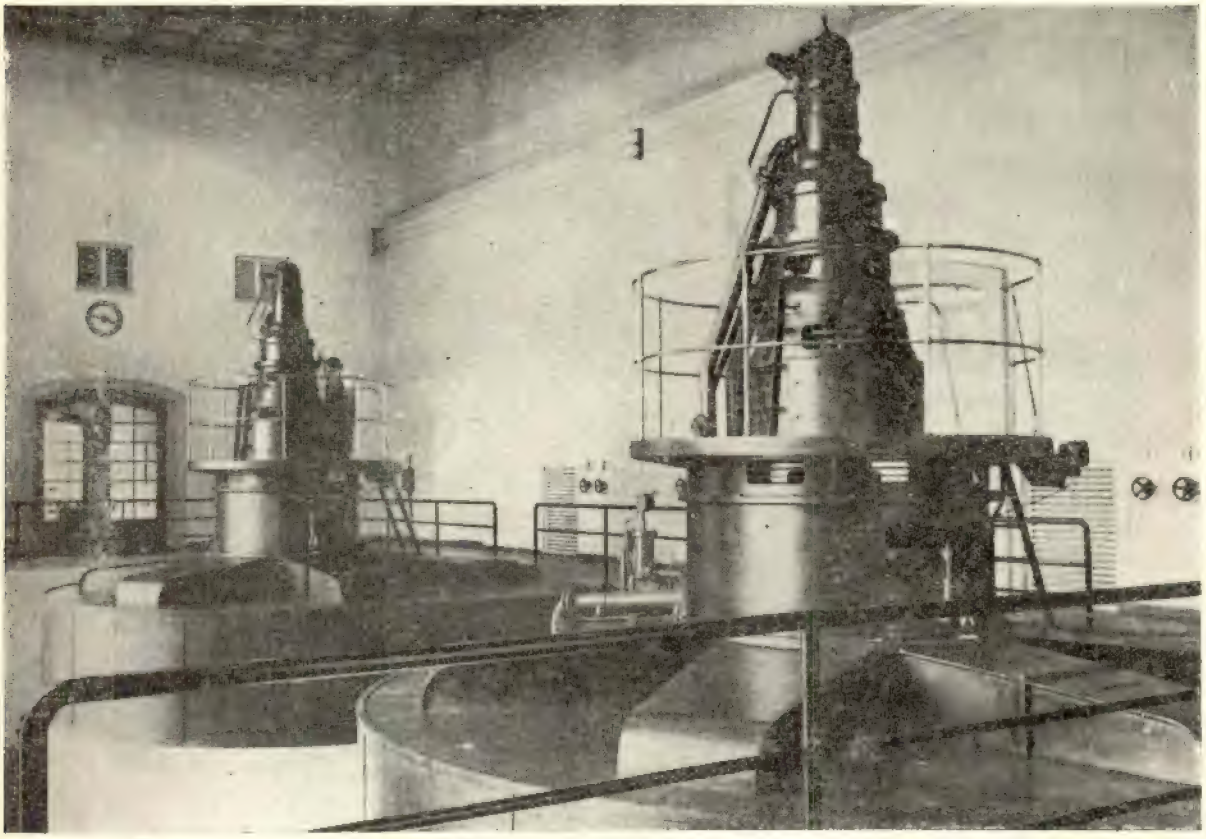
ELIN

AKTIENGESELLSCHAFT FUR ELEKTRISCHE INDUSTRIE

VIENA — ÁUSTRIA

Fabricantes e instaladores de:

Equipamentos eléctricos para alta e baixa tensão — Geradores — Redes de distribuição de energia — Centrais térmicas e hidroeléctricas — Transformadores — Motores — Disjuntores — Arrancadores — Equipamentos de soldadura manual e automática — Material para tracção eléctrica — Material para iluminação — Rectificadores de mercúrio



2 geradores com veio vertical, 8.000 K. V. A., 6.300 V., 214 r. p. m., 50 ciclos, instalados numa central hidroeléctrica na Áustria

REPRESENTANTES:

SOC. COM. CROCKER DELAFORCE & C.ª, S. A. R. L.

Rua D. João V, 2-2.º — LISBOA

C. D. 621.825.6

The motion due to slow precession of a gyroscope driven and supported by a hooké's joint — *R. N. Arnold e L. Maunder.*

The Institution of Mechanical Engineers, 29-2-952, vol. 1, págs. 15.

C. D. 37 (43) : 51

Sobre o ensino da Matemática na Alemanha — *J. Sebastião e Silva.*

Gazeta de Matemática, 8-953, n.º 55, pág. 8-13.

C. D. 378.1 : 62

Sobre la educación de los ingenieros — *R. A. Ondarts.*

Ciencia y Técnica, 1-954, vol. 120, n.º 604, pág. 50-3.

C. D. 378 : 62] (81).001.13

Contribuição para o estudo de um novo horário para a escola politécnica — *Jayme Silva Júnior* e *Romeu Corsini.*

Revista Politécnica, 1-3-1953, n.º 169, pág. 29-40.

C. D. 517.12

Axiomáticas — *José Sebastião e Silva.*

Gazeta de Matemática, 4-953, n.º 54, pág. 18-23.

C. D. 517.521 2

Alguns teoremas sobre limites de sucessões — *M. A Fernandes Costa.*

Gazeta de Matemática, 4-953, n.º 54, pág. 7-13.

C. D. 519.48 : 537.313

Álgebras de Boole e análise de circuitos — *M. S. Leavitt.*

Gazeta de Matemática, 8-953, n.º 55, pág. 4-7.

C. D. 530 11

O verdadeiro sentido do principio da invariância da física moderna — *Ruy Luis Gomes.*

Gazeta de Matemática, 8-953, n.º 55, pág. 1-3.

C. D. 532.543

Flow in open channels — *H. R. Climie.*

Civil Engineering and Public Works Review, 11-953. vol 48, n.º 569, pág. 1039.

C. D. 533.6.01 : 533.6.07

Discussion d'un résultat de Tsien pour la détermination d'un «convergent». Choix de la distribution de vitesses sur l'axe. — *A. Pereira Gomes.*

Gazeta Matemática, 4-953, n.º 54, pág. 1-5.

C. D. 537.313 : 519.48

Álgebras de Boole e análise de circuitos — *M. S. Leavitt.*

Gazeta de Matemática, 8-1953, n.º 55, pág. 4-7.

C. D. 537.533.7 : 66 / 8

O microscópio electrónico e suas aplicações à química e tecnologia — *Helena L. de Sousa* e *Pérsio S. Santos.*

Revista Politécnica, 1-3-953, n.º 169, pág. 41-58.

C. D. 539.17 : 62

Porque tarda o aproveitamento industrial da energia nuclear? — *Prof. Mason Benedict.*

Revista Politécnica, 1-3-953, n.º 169, pág. 17-22.

C. D. 539.4 : 624.042

Cálculo rápido de los efectos producidos por la sobrecarga móvil en los arcos empotrados — *A. Andren J. A. Paez.*

Informes de la Construcción, 12-1952, n.º 46, pág. 425-1.

C. D. 539.37 : 624.07

The use of Relaxations Methods in Engineering — Part 3, Part 4 — *W. Wright.*

Civil Engineering and Public Works Review, 7-953, vol. 48, n.º 565, pág. 656 : 8-953, vol. 48, n.º 566, pág. 751.

C. D. 539.384.4 : 624.075.2

Tabelas para o cálculo da carga de flambagem de barras rectas isostáticas de secção variável — *Prof. Telemaco van Langendonck.*

Revista Politécnica, 1-3-953, n.º 169, pág. 1-16.

C. D. 539.155.2 : 639.16] : 628.112

Isotopos radioactivos para la deteccion de aguas subterraneas — *Cyril Sankey Fox.*

Informes de la Construcción, 12-1952, n.º 46, pág. 531-6.

C. D. 66 (494)

Construções Suiças nas instalações modernas das indústrias químicas — *Hans Vontobel.*

Suíça Técnica, 1953, n.º 3, pág. 11-33.

C. D. 603

Notes on Drawing and Colouring — *K. L. Nash.*

Civil Engineering and Public Works Raview, 10-953, vol. 48, n.º 568, pág 936.

C. D. 620.3/5/621.74

Records are basis of quality control in smaller foundry — *Alexander D. Barczak.*

American Foundryman, 7-951, vol. 20, n.º 1, pág. 46-48.

C. D. 620 17

The Isodynamometer — *J. Wright.*

Civil Engineering and Public Works Review, 10-953, vol. 48, n.º 568, pág. 938.

C. D. 620.92 : 551.52 + 621.47

Past, present and future applications of solar energy — Part 1, 2, 3 — *Harold Heywood.*

Civil Engineering and Public Works Review, 10-953, vol. 48, n.º 567, pág. 835; 10-953, vol. 48, n.º 568, pág. 967; 11-953, vol. 48, n.º 569, pág. 1061.

A Bethlehem é fornecedora mundial de tôdas as formas padronizadas de aço. A qualidade uniforme de seus produtos é assegurada por ser a Bethlehem uma organização completamente integrada na produção de aço.

O contrôle centralizado que a Bethlehem exerce sôbre suas próprias jazidas de minério, altos-fornos, fornos de tratamento, aciarias, laboratórios e demais instalações, permite-lhe garantir o fornecimento mundial de barras, ligas especiais, aços para ferramentas, chapas, perfis para estruturas, fitas, fôlha de Flandres, cabos, bastões, tubos e trilhos.

É fácil negociar com a Bethlehem, de qualquer parte do mundo. Seus escritórios e representantes estão situados em pontos acessíveis, sempre prontos para servir com solicitude. Bethlehem Steel Export Corporation, 25 Broadway, New York 4, E. U. A. Telegramas: "BETHLEHEM, NEWYORK."

A grande usina da Bethlehem, em Sparrows Point, é a maior usina, em todo o mundo, localizada junto a um pôrto marítimo. Os produtos destinados à exportação são ali embarcados diretamente para bordo dos navios.

Escritórios e representantes em tôdas as principais cidades do mundo

Em Moçambique:
Albino Dias de Carvalho, Lda.
Lourenço Marques

BETHLEHEM STEEL

803P

C. D. 620.178 38

La dispersion des résultats des essais de fluage effectués jusqu'à la rupture sur des aciers réfractaires — *H. Zschokke.*

Revue Brown Boveri, Maio-Junho, 1953, vol. 40, n.º 5-6, pág. 199-209.

C. D. 620.178

Investigaciones sobre la resistencia al choque del hierro y del acero — *J. D. Fast.*

Ciencia y Técnica, 1-954, vol. 120, n.º 604, pág. 21-32.

C. D. 620.179 : 621.54

Taking the terror out of fire — *Robert James.*

Compessed Air, 10-953, vol. 58, n.º 10, pág. 278-279.

C. D. 621.9

Le palpeur donne à la machine-outil des doigts intelligents — *Michel Barba.*

Science et Vie, 4-954, vol. 85, n.º 439, pág. 311-6.

C. D. 621.29 (46)

The cofrentes hidro-electric development — *H. L. Bazalgette.*

Civil Engineering and Public Works Review, 11-953, vol. 48, n.º 567, pág. 852.

C. D. 621.33

243 Km/h sur rail : la France s'adjuge le record du monde — *René Marne.*

Science et Vie, 4-954, vol. 85, n.º 439, pág. 299-301.

C. D. 621.34 : 621.61

Electrical Equipment for Fans — *S. Widén.*

Asea Journal, Nov.-Out. 1953, vol. 26, n.ºs 11-12, pág. 162-169.

C. D. 621.34 : 621.874

Arbre électrique de compensation de portiques jumelés pour la manoeuvre de batardeaux — *F. Dalla* e *H. Lutz.*

Bulletin Oerlikon, 9-953, n.º 300, pág. 72-76.

C. D. 621.34 : 666.94/95

Equipamentos eléctricos adequados para fábricas de cimento — *H. Wüthrich.*

Suíça Técnica, 1953, n.º 3, pág. 34-36.

C. D. 621.34 : 621.912.1

Command électrique de raboteuses à table mobile — *Hch Lutz.*

Bulletin Oerlikon, 8-953, n.º 299, pág. 43-51.

C. D. 621.34 : 666.94/95

Os accionamentos eléctricos nas fábricas de cimento — *V. Rusterholz.*

Suíça Técnica, 1953, n.º 3, pág. 37-40.

C. D. 621.54 : 620.179

Taking The Terror Out of Fire — *Robert James.*

Compressed Air, 10-953, vol. 58, n.º 10, pág. 278-279.

C. D. 621.54 : 677

Air Makes a Blue Shirt Blue — *W. H. Ridley.*

Compressed Air, 10-953, vol. 58, n.º 10, pág 272-274.

C. D. 621.74

Heat Transfer — the invisible foundry tool — *Victor Paschkis.*

American Foudryman, 7-951, vol. 20, n.º 1, pág. 22-23.

C. D. 621.74/6203/5

Records are basis of quality control in smaller foundry — *Alexander D. Barczak.*

American Foundryman, 7-951, vol. 20, n.º 1, pág. 46-48.

C. D. 621.181.646

Caldeiras eléctricas Sulzer.

Suíça Técnica, 953, n.º 3, pág. 41 a 46.

C. D. 621.294 BUREAU OF RECLAMATION

Centrales de Bombeo del Bureau of Reclamation — *D. G. Goodman.*

Informes de la Construcción, 12-952, n.º 46, pág. 536-5.

C. D. 621.311.1 (81).001.2

Estudos e projectos da Light nos cursos superior e médio do rio Paraíba para a produção de energia eléctrica — *Eng.º Benjamin F. de Barros Barreto.*

Revista Politécnica, 1-3-953, n.º 169, pág. 23-27.

C. D. 621.311.21 (494.44)

O aproveitamento da queda do Mauvoisin (Valais, Suiça).

Suíça Técnica, 953, n.º 3, pág. 47.

C. D. 621.311.23

Three Thermal Power Stations.

Civil Fngineering and Public Works Review, 7-953, vol. 48, n.º 565, pág. 639.

C. D. 621.316.9 : 621.3.048

The co-ordination of insulation of high-voltage electrical installations — *J. S. Cliff.*

The Proceedings of the Intitute of Electrical Egineers, 4-954, vol. 101, n.º 128, pág. 39 a 56.

C. D. 621.316.57.066

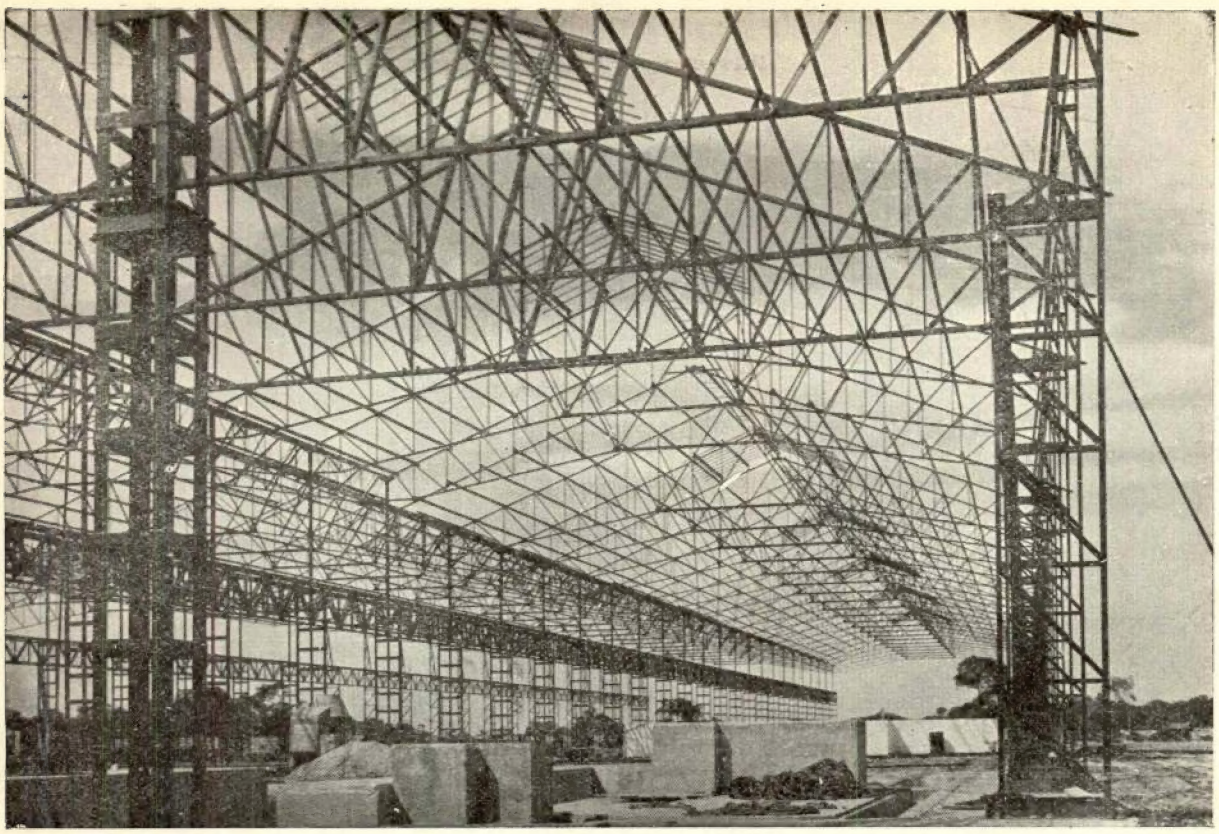
Capacitor Device to feed Breaker Tripping Coils — *G. Söderberg.*

Asea. Journal, Nov.-Dez. 953, vol. 26, n.ºs 11-12, pág. 179-180.

C. D. 621.316.74

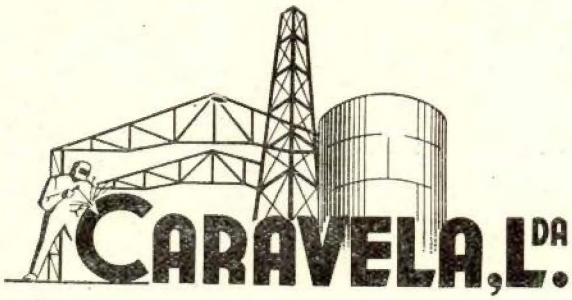
Pirómetro industrial Elmes 45.

Suíça Técnica, 953, n.º 3, pág. 46.



Vista da nave das máquinas das instalações da Lusalite em África
Executada pela Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, LTD.ª (Antiga OMES)

FÁBRICA METALURGICA E CONSTRUTORA



Nesta oficina executam-se também outros trabalhos; como:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede: Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10 — LISBOA

Telef. 399008 / 399480

C. D. 621.316.312

The 380 KV Switching Stations — *J. Melkerson e S. Svidén.*

Asea. Journal, Set.-Out. 953, vol. 26, n.os 9-10, pág. 123 a 129.

C. D. 621.316.933

Les parafoudres — Exigences et données constructives à la lumiere de l'expérience acquise en Suède — *B. Grundmark.*

Asea. Revue. 11-953, vol. 25, n.° 6, pág. 87 a 96.

C. D. 621.335.2-833.8 (42)

La Locomotive à turbine à gaz Brown Boveri des British Railways — *G. A. Whitwell e A. E. Müller.*

Revue Brown Bovery, Maio-Jun 953. yol. 40, n.os 5-6, pág. 166 a 177.

C. D. 621.335.42

Automotrices Diesel-électriques de 1470 ch pour les chemins de Fer Algériens — *G. L. Glauser.*

Bulletin Oerlikon, Abril 953, n.° 297, pág. 29-30.

C. D. 621.365.413 : 66.041.222

Resistance Furnaces With Controlled Atmosphere — *A H. Dohns.*

Asea. Journal, Nov.-Dez. 953, vol. 26, n.os 11-12, pág. 170 a 179.

C. D. 621.398 : 621.65/61

L'application du système Brown Boveri de télécommande centralisée aux stations de pompes d'assèchement.

Revue Brown Boveri, Abril 953, vol. 40, n.° 4, pág. 137 a 138.

C. D. 621.398 : 621.316.9

La télécommande centralisée, système Brown Boveri — *H. Hang.*

Revue Brown Boveri, Abril 953, vol. 40, n.° 4, pág. 112 a 123.

C. D. 621.398 : 621.316.1

La télécommande centralisée Brown Boveri et ses aspects économiques — *F. Bourquin.*

Revue Brown Boveri, Abril 953, vol. 40, n.° 4, pág. 103 a 111.

C. D. 621.398 : 621.316.1

L'étude des installations de télécommande centralisée — *E. Steenbuch.*

Revue Brown Boveri, Abril 953, vol. 40, n.° 4, pág. 131 a 136.

C. D. 621.398 : 621.316.1

Le récepteur de telécommande centralisée Brown Boveri — *A. de Quervain.*

Revue Brown Boveri, Abril 953, vol. 40, n.° 4, pág. 124 a 130.

C. D. 621.438

Aircraft Gas-Turbines explained — Air intakes; compressors; combustion systems; turbines; tail-pipes; fuel systems; performance augmentation; engine characteristics and construction; data; fuels and oils; starters and ignition — *K. T. Fulton.*

The Aeroplane, 12-3-954, vol. 86, n.° 2225, pág. 291-315.

C. D. 621.438.004

Résultats obtenus et expériences faites dans l'exploitation des turbines à gaz Brown Boveri — *H Pfenninger.*

Revue Brown Boveri, Maio-Junho, 1953, vol. 40, n.° 5-6, pág. 144-166.

C. D. 621.438 : 536.5

Détermination des rapports de température les plus favorables ponr les compresseurs et les turbines des installations de turbines à gaz à deux lignes d'arbre — *H. Baumann.*

Revue Brown Boveri, Maio-Junho, 1953, vol. 40, n.° 5-6, pág. 178-189.

C. D. 621.438 : 536.5

Détermination de la répartition de la température à l'intérieur des rotors et des bâtis de turbines à gaz à l'aide de la cuva électrotytique — *H. Baumann.*

Revue Brown Boveri, Maio-Junho, 1953, vol. 40, n.° 5 6, pág. 189-196.

C. D. 621.438 : 620.22.006.2

Installation pour l'étude du comportement des métaux soumis à l'encrassement et à la corrosion par les cendres dans les turbines à gaz — *C. Kind.*

Revue Brown Boveri, Maio-Junho, 1953, vol. 40, n.° 5-6, pág. 196-199.

C. D. 621.438 + 629.13

Cellules d'avions et réactures à l'assaut des 3000 Km/h — *Camille Rougeron.*

Science et Vie, 4-954, vol. 85, n.° 439, pág. 317-23.

C. D. 621.741.2

Gating Principles applied to gray iron castings produced on match plates — *A. J. Howarth.*

American Foundryman, 7-953, vol. 20, n.° 1, pág. 28-32.

C. D. 621.741.4

Cast Stainless Steel in Ceramic Molds — *H. Czyzewski R. L. Cook, P. Frederick, I. P. Jero·*

American Foundryman, 7-953, vol. 20, n.° 1, pág. 38-39.

C. D. 621.946 : 621.438

Extruded rings for gas turbines — *F. G. S.*

The Aeroplane, 2-4-954, vol 85, n.° 2228, pág. 401-3.

C. D. 622.66-83

Design Principles for Friction-drive Hoists — *V. Landau.*

Asea Journal, Nov.-Dez, 1953, vol. 26, n.os 11-12 pág. 155-161

C. D. 624.19

Construcción de un túnel para vehiculos bajo el rio Elizabeth (Virginia) — *Henry T. Perez.*
Informes de la Construcción, 12-952, n.º 46, pág. 575-3.

C. D. 624 012.47

La seguridade y la economia en el hormigón, pretensado — La seguridade y la economia — *A. Páez Balaca*
Cemento-Hormigón, 12-953, vol. 19, n.º 237, pág. 408-420.

C. D. 624 012.47 — 026

Construcción de una escalera helicoidal prefabricada de hormigón armado pretensado — *C. R. G.*
Informes de la Construcción, 12-953, n.º 46, pág. 195-4.

C. D. 624.012

Criterio para el cálculo de piezas de hormigón armado — *J. L. Delpini, F. G. Olano.*
Ciencia y Técnica, 1-954, vol. 120, n.º 604, pág 3-20.

C. D. 624.012. 47 : 693.45

El hormigón pretensado en elementos prefabricados — *José Maria de Artenaga.*
Cemento-Hormigón, 10-953, vol. 19, n.º 235, pág 338-344.

C. D. 624.026 — 012.47

Construcción de una escalera helicoidal prefabricada de hormigón armado pretensado — *C. R. G.*
Informes de la Construcción, 12-952, n.º 46, pág. 193-4.

C. D. 624.026 : 691.714

Escaleras de acero — *J. A. de C.*
Informes de la Construcción, 12-952, n.º 46, pág. 193-5.

C. D. 624.041.1 (048)

Statically indeterminate structures — Part 1, 2 — *Y. Guyon.*
Civil Engineering and Public Works Review, 11-953, vol. 48, n.º 569, pág. 1051; 12-953, vol. 48, n.º 570 pág. 1150.

C. D. 624.042 : 539.4

Cálculo rápido de los efectos producidos por la sobrecarga móvil en los arcos empotrados — *A. Andren y A. Paez.*
Informes de la Construceión, 12-952, n.º 46, pág. 425-1.

C. D. 624.059.1 : 725.94

Consolidación y restauración de la Torre de San Vicente, em Zamora.
Informes de la Construcción, 12-952, n.º 46, pág. 181-1.

C. D. 624.075.2 : 539.384.4

Tabelas para o cálculo da carga de flambagem de barras rectas isostáticae de secção variável — *Prof. Telemaco van Langendonch.*
Revista Politécnica, 1-3-953, n.º 169, pág. 9-16.

C. D. 628.81 : 551.52

Tecnica de la calefacción solar — *Jose Landen.*
Informes de la Construcción, 12-952, n.º 46, pág. 311-5.

C. D. 628.81 : 728

Calefacción de una casa por medio del calor solar — *George S. Shavon.*
Informes de la Construcción, 12-952, n.º 46, pág. 311-6.

C. D. 628.971.6

El emplazamiento de las frentes luminosas en el alumbrado público — *V Oñate Gil.*
Informes de la Construcción, 12-952, n.º 46, pág. 353-1.

C. D. 628.112 : [539.156.2 : 539.16]

Isotopos radioactivos para la deteccion de aguas subterraneas — *Cyril Sankey Fox.*
Informes de la Construcción, 12-952, n.º 46, pág. 539-6.

C. D. 629.13.018.5

An angle of attack indicator.
The Aeroplane, 5-3-954, vol. 86, n.º 2224, pág. 268-9.

C. D. 629.13.053

The Duplex flight data system — «*Navigus*».
The Aeroplane, 19-3-954, vol. 86, 2226, pág. 338.

C. D. 629.13.053

Aircraft Magnetic Compasses — «*Navigus*».
The Aeroplane, 26-3-954, vol. 86, n.º 2227, pág. 368-73.

C. D. 629.135.4

The domain of the helicopter — *Raoul Hafner.*
The Aeroplane, 19-3-54, vol. 86, n.º 2226, pág. 334-7.

C. D. 629.136 (42)

Streamlined maintenance.
The Aeroplane, 2-4-954, vol. 86, n.º 2228, pág. 396-400.

C. D. 677 : 621.54

Air makes a blue shirt blue — *W. H. Ridley.*
Compressed Air, 10-953, vol. 58, n.º 10, pág. 272-274.

C. D. 691.7 : 620.174.25

Une nouvelle méthode d'essais micromecaniques des métaux — Essais localisés de la plasticité — *Nicolas Mivonoff.*
Bulletin Technique de la Suisse Romande, 9-1-954, n.º 1, pág. 3-12.

C. D. 691 822.059.22

Eflorescencias en ladrillos — *D. Gaspar Tebor.*
Informes de la Construcción, 12-952, n.º 46, pág. 631-1.

C. D. 693.45 : 624.012.47

El hormigón pretensado en elementos prefabricados — *José Maria de Arteaga.*
Cemento — Hormigon, 10-953, vol. 19, n.º 235, pág. 338-344.

Standard Electrica

ASSOCIADA

DA

"INTERNATIONAL TELEPHONE & TELEGRAPH CORPORATION"

PROJECTOS — FORNECIMENTOS — INSTALAÇÕES

— Material de radiocomunicações para todas as aplicações em média, alta, muito alta e ultra-alta frequência;

— Equipamentos de radiodifusão e televisão e respectivo material de estúdio e acessórios;

— Sistemas de antenas para aplicações gerais e especiais para radiocomunicações, radiodifusão e televisão;

— Instalações de comutação telefónica, manuais e automáticas, de todos os sistemas e capacidades. Sistemas de comunicações por fios em altas frequências;

— Materiais de transmissão telegráfica automática, por fios e por rádio;

— Sistemas de sinalização e de comando, automáticos e manuais, intercomunicadores, amplificadores e aparelhagem acessória;

— Cabos e acessórios de todos os tipos, para energia, comunicações e altas frequências;

— Rectificadores de selénio de tipos especiais e gerais para todas as aplicações.

Serviços Técnicos, Comerciais e Fábrica

NA AVENIDA DA INDIA — **LISBOA**

TEL. 38171/6

telefones · radio · cabos